Untersuchungen
über die Erhaltung an Roh- und verdaulichen Nährstoffen bei verschiedenen Aufbewahrungs- und Konservierungsmethoden der Kartoffeln und die Verwertung der Kartoffelnährstoffe durch das Schwein.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
einer Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Martin Luther-Universität Halle-Wittenberg.

Vorgelegt von

Ernst Possiel,
Diplomlandwirt aus Neindorf (Hannover).

Halle (Saale), 1938.

Berichterstatter: Prof. Dr. G. Frölich
Mitberichterstatter: Prof. Dr. Dr. U. Gerhard

Tag der mündlichen Prüfung: 19. Februar 1938.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Großbuchdruckerei der Hallischen Nachrichten, Halle (Saale).

Inhaltsverzeichnis.

Seite

A. Einführung. Die volkswirtschaftliche und betriebswirtschaftliche Stellung des Kartoffelbaues in der deutschen Landwirtschaft 1

B. Der Einfluß der Aufbewahrung und Konservierung auf die Roh- und verdaulichen Nährstoffe der Kartoffeln und die Verwertung der Kartoffelnährstoffe durch das Schwein 6

Versuchsanordnung 7

I. Ausnutzungsversuche 9

a) Ausnutzungsversuch mit Gerstenschrot und Dorschmehl 12

b) Ausnutzungsversuch mit gedämpften Kartoffeln 16

c) Ausnutzungsversuch mit Kartoffelflocken 20

d) Ausnutzungsversuch mit gedämpften Kartoffeln nach sechsmonatiger Lagerung im Keller 23

e) Ausnutzungsversuch mit gedämpften Kartoffeln nach sechsmonatiger Lagerung in der Miete und nach einmonatiger Lagerung im Keller . 28

f) Ausnutzungsversuch mit eingesäuerten Kartoffeln nach achtmonatiger Aufbewahrung 32

II. Die Erhaltung der Roh- und verdaulichen Nährstoffe bei der Aufbewahrung in Keller und Miete 35

a) Die Umsetzungsvorgänge bei der natürlichen Lagerung der Kartoffeln 35

b) Die Gewichtsveränderungen und die Roh- und verdaulichen Nährstoffe der Kartoffeln 38

III. Die Erhaltung der Roh- und verdaulichen Nährstoffe bei der Kartoffeleinsäuerung 46

a) Die Gewichtsfeststellungen 46

b) Die ein- und ausgebrachten Nährstoffmengen 49

IV. Die Erhaltung der Roh- und verdaulichen Nährstoffe durch die Kartoffeltrocknung 52

V. Der Bestand an Roh- und verdaulichen Nährstoffen von der Flächeneinheit nach einer Aufbewahrungszeit von acht Monaten 53

VI. Die Verwertung der Kartoffelnährstoffe (Sauerkartoffeln und Kartoffelflocken) durch das Schwein 54

a) Versuchsanordnung 54

b) Die Zusammensetzung der verabreichten Futtermittel 56

c) Gewichtsentwicklung und Futterverzehr 57

d) Gewichtszunahme und Nährstoffaufnahme 60

e) Futterverwertung und Futterkosten 61

VII. Die Unkosten der Kartoffeleinsäuerung und -trocknung 62

C. Zusammenfassung der Ergebnisse 66

Literaturverzeichnis 70

A. Einführung.

Die volkswirtschaftliche und betriebswirtschaftliche Stellung des Kartoffelbaues in der deutschen Landwirtschaft.

In der deutschen Volkswirtschaft hat wohl kaum eine Frage in den letzten Jahren eine derartige Bedeutung gewonnen wie gerade die Ernährungsfrage, und damit im Zusammenhang die Frage nach den Möglichkeiten zur Steigerung der landwirtschaftlichen Erzeugung. Die Erfahrungen des Krieges zeigten die volle Bedeutung der Nahrungsfreiheit unseres Volkes, um so mehr als durch die Wirkungen des Vertrages von Versailles und die Abtretung deutschen Überschußgebietes die Nahrungsmittelbeschaffung auf eine neue Grundlage gestellt wurde.

Die nationalsozialistische Wirtschaftspolitik fordert die Beschaffung von Rohstoffen für die Industrie, um die weitgehende Unabhängkeit vom Auslande zu erreichen. Die Beschaffung von Rohstoffen kann auf verschiedene Weise geschehen, durch Erzeugung von Rohstoffen in der Landwirtschaft, durch die Schaffung von Ersatzrohstoffen, an der augenblicklich in Deutschland eifrig gearbeitet wird, und durch die Zufuhren von ausländischen Rohstoffen. Da die Rohstofferzeugung der Landwirtschaft und die Ersatzrohstoffe kaum ausreichen werden, um die Bedürfnisse der Industrie an Rohstoffen zu befriedigen, sind wir bis zu einem gewissen Grade auf die Einfuhr ausländischer Rohstoffe angewiesen. Um die Einfuhr zu ermöglichen, bedürfen wir jedoch Devisen. Im Rahmen des Vierjahresplanes und der Erzeugungsschlacht ist der deutschen Landwirtschaft die große Aufgabe gestellt worden, durch vielseitige Erzeugungssteigerung und durch zweckmäßige Verwertung der erzeugten Nährstoffe die landwirtschaftlichen Einfuhren und damit die Devisenersparnis im Interesse der industriellen Rohstoffversorgung zu ermöglichen. Noch heute werden erhebliche Mengen an landwirtschaftlichen Erzeugnissen nach Deutschland eingeführt, die sehr wohl im eigenen Lande gewonnen werden könnten.

Bei der Erzeugungssteigerung kommt es auf eine alles umfassende Steigerung an unter voller Ausnutzung all der in Deutschland gegebenen Möglichkeiten. In dieser Hinsicht steht der deutsche Hackfruchtbau an erster Stelle, denn er liefert nicht nur die größeren Nährstoffmengen von der Flächeneinheit, sondern ermöglicht eine weitgehende Anwendung der künstlichen Düngemittel. Zwar ist die Flächenausdehnung des Hackfruchtbaues in Deutschland im Vergleich zu den Getreidearten bedeutend geringer.

Im Jahre 1935 standen z. B. einer Erntefläche von 4 539 925 ha Roggen, 2 106 288 ha Weizen, 1 604 768 ha Gerste, 2 789 318 ha Hafer nur eine Erntefläche von 2 750 254 ha Kartoffeln, 372 687 ha Zuckerrüben und 846 766 ha Futterrüben gegenüber. Die große Bedeutung des Hackfruchtbaues für die landwirtschaftliche Erzeugung kommt in der nachfolgenden Aufstellung, die dem Statistischen Jahrbuch für das Deutsche Reich von 1936 (35) entnommen wurde, voll zur Geltung.

Ernteflächen und Ernteerträge wichtiger Fruchtarten.

Jahr	Roggen		Weizen		Gerste	
	Erntefläche ha	Ernteertrag insgesamt t	Erntefläche ha	Ernteertrag insgesamt t	Erntefläche ha	Ernteertrag insgesamt t
1911/13	5 163 518	9 585 029	1 657 309	3 765 045	1 351 810	2 870 132
1928	4 634 426	8 522 154	1 727 555	3 853 566	1 518 949	3 346 920
1929	4 726 649	8 155 007	1 600 441	3 349 246	1 552 096	3 180 740
1930	4 711 204	7 679 160	1 781 226	3 788 902	1 518 899	2 860 258
1931	4 365 801	6 680 003	2 167 329	4 233 310	1 619 082	3 018 179
1932	4 449 977	8 363 554	2 280 272	5 003 071	1 568 062	3 214 667
1933	4 524 199	8 727 173	2 317 529	5 604 274	1 585 446	3 468 097
1934	4 490 931	7 607 618	2 197 670	4 532 715	1 630 931	3 203 881
1935	4 539 925	7 478 167	2 106 288	4 667 179	1 604 768	3 387 518

Jahr	Hafer		Kartoffeln		Zuckerrüben	
	Erntefläche ha	Ernteertrag insgesamt t	Erntefläche ha	Ernteertrag insgesamt t	Erntefläche ha	Ernteertrag insgesamt t
1911/13	3 883 568	7 680 348	2 757 629	37 962 148	466 616	13 986 334
1928	3 519 172	6 995 706	2 848 704	41 269 340	454 426	11 010 737
1929	3 558 518	7 382 859	2 835 098	40 077 159	455 433	11 091 377
1930	3 439 506	5 656 356	2 804 457	47 099 600	483 035	14 918 594
1931	3 362 947	6 204 907	2 824 176	43 866 383	380 948	11 039 029
1932	3 284 690	6 650 243	2 879 051	47 016 427	270 751	7 875 593
1933	3 182 386	6 952 483	2 888 817	44 071 412	304 051	8 578 909
1934	3 145 659	5 452 328	2 906 650	46 780 621	356 484	10 394 343
1935	2 789 318	5 385 688	2 750 254	41 015 558	372 687	10 567 953

Bei Betrachtung dieser Tabelle fällt weiterhin die große Bedeutung des Kartoffelbaues innerhalb des Hackfruchtbaues für die deutsche Volkswirtschaft auf. Nach den Erhebungen des Jahres 1935 wurden auf einer Fläche von 2 750 254 ha 41 015 558 t Kartoffeln geerntet, d. s. bei einer landwirtschaftlich genutzten Fläche von 26 705 000 ha 10,3 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche Deutschlands und eine Erntemenge, die nicht nur mengenmäßig, sondern auch nährstoffmäßig von keiner anderen Kulturpflanze erreicht wird. Obwohl der Rübenbau auf der Flächeneinheit größere Nährwerte erzeugt, ist der Kartoffelbau für die deutsche Volkswirtschaft immerhin wichtiger als der Rübenbau, da der Kartoffelbau eine 7,3mal so große Anbaufläche einnimmt. Die Kartoffelanbaufläche wird nur von der Roggen- und Haferanbaufläche überschritten.

In Deutschland waren die Kartoffelernten um 1880 noch sehr gering, sie betrugen jährlich weniger als 30 Mill t. Setzt man die jährliche Kartoffelernte in den Jahren 1884 bis 1888 = 100 (Götze, 15), so betrug die Kartoffelernte von 1888 bis 1914 im Durchschnitt 160,7. Die deutsche Kartoffelproduktion zeigt somit eine steigende Tendenz. Nach den Verhältnissen wie sie vor dem Kriege herrschten, ist dies eine natürliche Folgeerscheinung der besseren Düngung und Bodenbearbeitung. Der Vollständigkeit halber sollen noch die Ernteertragszahlen kurz vor dem Kriege angegeben werden. So betrug die Gesamtkartoffelernte im Jahre 1911 = 28 227 110 t, 1912 = 41 645 991 t, 1913 = 44 013 343 t. Wie lagen aber die Verhältnisse nach dem Weltkriege? Infolge der Kriegsbewirtschaftung, des Mangels an Arbeitskräften und an künstlichen Düngemitteln waren die Kartoffelernten in Deutschland stark zurückgegangen. Trotz der darauffolgenden Krisenjahre, der wachsenden Verschuldung vieler landwirtschaftlicher Betriebe erreichten die Kartoffelernten aber bald fast ihren alten Stand wieder. Als Beispiel sollen hier die Durchschnittsernten vom Jahre 1922 mit 40 660 566 t und 1925 mit 41 718 360 t erwähnt werden. Seit dieser Zeit ist ein ständiges Steigen der Kartoffelerzeugung zu verzeichnen, die ihren höchsten Punkt im Jahre 1937 mit einem Ernteertrag von etwa 55 Mill. t erreichte. Es ist die größte Ernte der Vor- und Nachkriegszeit. Diese ungeheure Ertragssteigerung des letzten Jahres wurde außer durch günstige Witterungsverhältnisse, durch die Herausgabe von Festpreisen, durch die Vergrößerung der Anbaufläche und durch bessere Düngung hervorgerufen.

Obwohl die Kartoffelanbaufläche sich seit 1880 nur um etwa 26% vergrößert hat, sind die Kartoffelernten heute um ungefähr 100% gesteigert worden. Dieses beruht zum größten Teil auf einem höheren Flächenertrag, der mit 86% von Sasse-Hillebrandt (33) angegeben wird. In welchem Tempo die Steigerung des Ertrages von der Flächeneinheit vor sich gegangen ist, zeigt die nachfolgende Tabelle (Götze 15), die die Hektarerträge in Doppelzentner im Mittel von je fünf Jahren angibt.

1884/88	85,3
1889/93	87,5
1894/98	99,3
1899/03	132,6
1904/08	133,0
1909/13	137,1
1922/26	131,6
1927/32	151,2

Bis zur Jahrhundertwende ist eine wesentliche Steigerung des Flächenertrages nicht festzustellen. Dann setzt jedoch bis zum Kriegsausbruch ein Anstieg ein, der sich nach Überwindung der Nachkriegsjahre bis heute fortgesetzt hat.

Um den Sinn und den Zweck der Steigerung der Kartoffelernten zu erfahren, müssen die Zahlen betrachtet werden, die den Verbleib der Kartoffeln innerhalb des Deutschen Reiches angeben. Nach früheren Untersuchungen (Opitz, 26) wurden im Durchschnitt von einer Gesamternte mittlerer Höhe etwa

30% als Speisekartoffeln, 4—7% als Fabrikkartoffeln, 35—40% für Futterzwecke, 14% als Pflanzgut verbraucht, der Rest entfällt auf Schwund. In den letzten Jahren haben sich diese Zahlen nicht wesentlich geändert. In den Jahren größerer Ernten wird zwar von der Industrie ein etwas größerer Teil der erzeugten Kartoffeln verarbeitet, dagegen ist der Verbrauch an Speisekartoffeln und an Saatgut in den verschiedenen Jahren etwa derselbe. Der Rest der Ernte steht, soweit er nicht verdirbt, der Fütterung zur Verfügung, namentlich für die Mast unserer ausgedehnten Schweinebestände.

Die große Bedeutung, die die Kartoffel für die menschliche Ernährung hat, braucht nicht weiter gewürdigt zu werden. Wie schon oben angedeutet, findet die Kartoffel in Deutschland die weitestgehende Anwendung bei der Fütterung der Haustiere. In Bezug auf die „Wertigkeit" der verdaulichen Nährstoffe und den „Stärkewert", den in der Fütterungslehre zum Vergleich der Wirkung einzelner Futtermittel geprägten Begriffen, steht die Kartoffel unter sämtlichen Fruchtarten mit an erster Stelle, während das „verdauliche Eiweiß" nur in geringen Mengen in der Kartoffel vorhanden ist. Vorzüglich eignet sich die Kartoffel zur Mast von Schweinen, bei der ihre Nährstoffe am günstigsten ausgenutzt werden, da das Schwein gegenüber anderen Tiergattungen leicht verdauliche Nährstoffe benötigt. Auch für Rindvieh, Arbeitspferde und in der Geflügelzucht findet sie eine ausgedehnte Verwendung. Bei der Fütterung der Milchkühe vermag sie voll und ganz die Runkelrüben zu ersetzen, wie Versuche von Remy und Reintjes (29) bewiesen haben.

Der Industrie sind in der Kartoffel zahlreiche Möglichkeiten der Verarbeitung gegeben. Es werden eine Anzahl von Trockenfuttermitteln aus der Kartoffel hergestellt, die in Bezug auf ihre Verdaulichkeit überhaupt zu den besten vorhandenen Futtermitteln gehören. Auch mag hier erwähnt werden, daß nach den Berichten verschiedener Autoren das Kartoffelwalzmehl, ein Veredelungsprodukt der Kartoffelflocken, gut geeignet ist zur Streckung unserer Brotgetreidevorräte in knappen Jahren. Das Brot behält bei mäßigem Zusatz von Kartoffelwalzmehl seine gute Beschaffenheit und läßt auch im Geschmack nichts zu wünschen übrig.

In viel größerem Maße als die Kartoffeltrocknerei greift jedoch die Stärkefabrikation auf die Kartoffel als wichtigen Rohstoff zurück, hier findet überhaupt die reichhaltigste industrielle Ausnutzung der Kartoffel statt. In zahlreichen Stärkefabriken werden jährlich ungefähr 1 Million t Kartoffeln zu Stärke und anderen Produkten verarbeitet. Die Abfallprodukte kommen als Futtermittel in den Handel. Aus der Rohstärke werden Dextrin und Glykose zur Bonbonfabrikation und die verschiedenen Stärkesorten, die im Haushalt und in der Textilindustrie ihre Verwendung finden, hergestellt. Die hochwertigste Stärke ist das Grundprodukt der Puddingpulverfabrikation. Der größte Teil der Rohstärke wandert jedoch in die Nahrungsmittelindustrie zur Herstellung von Obstkonserven, Likören und Marmeladen.

Außer diesen vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten in der Industrie hat die Brennerei noch eine besondere Bedeutung in marktfernen Gebieten. Durch ihr Vorhandensein wird erst ein über den Eigenbedarf hinausgehender Umfang des Kartoffelbaues ermöglicht. Die bei diesem Veredlungsprozeß der Kartoffeln als Futtermittel anfallende Schlempe kann vor allem zur Mast der Rinder und zur Fütterung des Milchviehes zweckmäßig verwertet werden, wie durch Fütterungsversuche (Völtz, 38) festgestellt wurde. Selbst bei der Fütterung der Arbeitspferde hat sich die Schlempe gut bewährt (Müller, 22).

Als Hackfrucht ist die Kartoffel, wie schon kurz angedeutet wurde, besonders auf den Böden, wo die Zuckerrübe nicht mehr gedeiht, den anderen Fruchtarten in der Ertragsfähigkeit überlegen. Auf den leichtesten Böden, die im Deutschen Reich ja leider den größten Teil der Ackerfläche einnehmen, sind 100% höhere Durchschnittserträge an Nährstoffen als bei Roggen und Hafer zu verzeichnen. Im Kampf um die Ertragssteigerung der deutschen Böden kommt dem Kartoffelbau daher ohne Frage eine ganz besondere volkswirtschaftliche Bedeutung zu, und es wäre zu wünschen, daß die Kartoffel dort, wo sie nach Boden und Klima hingehört, in stärkerem Maße als bisher angebaut würde.

Werden die Verhältnisse auf dem Gebiete der Futtererzeugung einer näheren Betrachtung unterzogen, so ergibt sich, daß der große Bedarf an Futtermitteln bei weitem noch nicht in Deutschland gedeckt werden kann, so daß in den vergangenen Jahren noch große Mengen an Futtermitteln für die Versorgung des Futtermittelmarktes aus dem Auslande beschafft werden mußten.

In letzter Zeit sind eine Anzahl von Fütterungsversuchen mit Kartoffeln an Schweinen durchgeführt worden (8, 34). Aus diesen Versuchen konnte die erfreuliche Schlußfolgerung gezogen werden, daß die Kartoffel bei zweckmäßiger Fütterung das Gerstenschrot bis zu einem gewissen Grade ersetzen kann, so daß der Futterzukauf der einzelnen Wirtschaft auf ein Mindestmaß herabzudrücken ist.

Ohne Frage bringt die gesteigerte Kartoffelerzeugung auch für den einzelnen Betrieb sehr wesentliche Vorteile.

In Bezug auf den Boden ist die Kartoffel sehr anpassungsfähig. Sie vermag auf allen Bodenarten zu gedeihen und noch leidliche Erträge zu bringen, mit Ausnahme der ganz extremen schweren Böden, wie den Tonböden. Betriebswirtschaftlich gesehen braucht man die Kartoffeln daher nicht gerade auf den besten Böden anzubauen, sondern kann ihr die leichteren Böden zuweisen, da die Erträge hier um nichts zurückstehen gegenüber den schwereren Bodenklassen. Hierin zeigt sich aber auch die große Bedeutung der Kartoffeln gegenüber den Rüben, daß sie selbst noch auf Böden, wo diese nicht mehr gut gedeihen, noch verhältnismäßig hohe Erträge bringt. Außerdem sind die Arbeitsaufwendungen wesentlich geringer als beim Rübenbau. In rübenbauenden Betrieben sind stets zusätzliche Arbeitskräfte und Maschinen erforderlich, um die laufenden Arbeiten vom Verhacken bis zur Ernte zu erledigen, mit

anderen Worten, der Rübenbau bedingt ausgesprochene Saisonarbeit, die in ihm beschäftigten Arbeiter müssen während der arbeitsarmen Zeit anderweitig lohnende Beschäftigung finden. Die mit dem Kartoffelbau verbundenen Pflegearbeiten können zum größten Teil mit bespannten Maschinen bewältigt werden. Hiermit im engen Zusammenhang steht die günstige Arbeitsverteilung. Nachdem die Sommerung bestellt ist, kann mit dem Pflanzen der Kartoffeln begonnen werden. Auch stört die Heuernte nicht weiter, da die Kartoffel unter Umständen ohne Handhacke durchaus auskommt. Das Eggen kann die Kartoffel gut vertragen, so daß neben der Pferdehacke ein einmaliges „Durchgehen" mit der Handhacke vollkommen genügt. Wenn gehäufelt ist, hören in der zweiten Hälfte des Juni überhaupt alle Pflegearbeiten auf. Weniger arbeitsverteilend ist allerdings die Ernte der Kartoffeln, auch müssen im Gegensatz zum Getreidebau erhebliche Erntemengen vom Felde fortgeschafft werden. In der Fruchtfolge kommt dem Kartoffelbau eine wesentliche Bedeutung dadurch zu, daß er den Boden in gut kultiviertem Zustand zurückläßt. Jeder Landwirt kennt die ungeheuren Nachteile, die die häufige Wiederkehr der gleichen Fruchtart mit sich bringt. Die Nährstoffvorräte werden nur einseitig ausgenutzt, während die Bodengare der Ackerböden vollkommen verlorengeht.

B. Der Einfluß der Aufbewahrung und Konservierung auf die Roh- und verdaulichen Nährstoffe der Kartoffeln und die Verwertung der Kartoffelnährstoffe durch das Schwein.

Im vorhergehenden ist auf die Bedeutung des Kartoffelbaues für die gesamte Volkswirtschaft und für den einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb kurz hingewiesen. Aufgabe der Verbraucher ist es, die mit den Kartoffeln erzeugten Nährstoffe zu erhalten und zweckmäßig zu verwenden. Der größte Verbraucher ist der landwirtschaftliche Betrieb selbst. Als ausgesprochenes Mastfutter des Schweinebestandes wäre es daher am einfachsten und zweckmäßigsten, die Kartoffeln gleich frisch und gedämpft zu verfüttern. Hier sind jedoch die größten Schwierigkeiten zu überwinden. Wie die übrigen Hackfrüchte ist die Kartoffel eine leicht verderbliche Ware. Der Verlust an Kartoffeln wird im Durchschnitt der Jahre auf etwa 10% der Erntemenge geschätzt, das ist die gesamte Kartoffelernte der Provinz Pommern. Die Höhe des Verlustes hängt weitgehend von der Düngung und der Witterung der einzelnen Jahre ab. Die Schwankungsbreite ist aus der folgenden Übersicht (35) zu ersehen:

1931	11%	Schwund
1932	8%	„
1933	8%	„
1934	12%	„
1935	11%	„

Welche Werte hier verlorengehen, kann am deutlichsten durch den Geldwert des Verlustes dargestellt werden. Nimmt man einen Verlust von jährlich

4,5 Mill. t an und berechnet den Preis der Kartoffel mit 2,— RM. je Ztr., so gehen der deutschen Volkswirtschaft jährlich 180 Mill. RM. verloren. Diese Werte nach Möglichkeit zu erhalten, muß heute bei den gesteigerten Anforderungen oberster Grundsatz der Landwirtschaft sein.

Die übliche Lagerung der Kartoffel ist die Aufbewahrung in Keller und Miete. Die hierbei auftretenden Verluste durch Atmung, Fäulnis und Keimung können vornehmlich in der warmen Jahreszeit beträchtlichen Umfang annehmen. Die Kartoffeleinsäuerung und die Kartoffeltrocknung sind dazu berufen, diese Verluste herabzumindern und zugleich dem einzelnen Betrieb zu gestatten, die Schweinemast in gleichbleibendem Umfange das ganze Jahr hindurch zu betreiben.

Da heute bei der gesteigerten Kartoffelproduktion der Aufbewahrung eine größere Bedeutung beigemessen wird, sollte durch Versuche geklärt werden, wieweit sich bei der Lagerung und Konservierung der Kartoffeln der Gehalt an Roh- und verdaulichen Nährstoffen ändert. Zugleich war in einem Schnellmastversuch die Frage zu prüfen, welchen Einfluß die Verwendung von eingesäuerten Kartoffeln und Kartoffelflocken auf die Gewichtszunahmen der Schweine haben. Besonderer Wert ist in der Arbeit auf den Vergleich der Roh- und verdaulichen Nährstoffe bei der Aufbewahrung in Keller und Miete, bei der Einsäuerung und bei der Trocknung gelegt worden, da Untersuchungen in dieser Richtung bisher noch nicht veröffentlicht worden sind.

Versuchsanordnung.

Um möglichst eindeutige Ergebnisse über den Einfluß der verschiedenen Aufbewahrungs- und Konservierungsmethoden der Kartoffeln auf die Roh- und verdaulichen Nährstoffe zu erhalten, wurden für die Versuche Kartoffeln derselben Sorte (Parnassia 2. Absaat), der gleichen Ernte und vom gleichen Schlag verwendet. Die Niederschläge während der Wachstumsperiode waren folgende:

Mai	42 mm
Juni	30 mm
Juli	79 mm
August	39,5 mm
September	54,5 mm.

Als Vorfrüchte waren den Kartoffeln vorangegangen im Jahre:

1933	Hafer
1934	Wintergerste
1935	Winterweizen
1936	Kartoffeln.

Bearbeitung und Düngung des Feldes waren gleichmäßig. Die Stallmistgabe (Schafmist) in Höhe von etwa 200 Ztr./Mrg. wurde Ende April gegeben und untergepflügt. An künstlichen Düngemitteln wurden 2 Ztr. Amsupka (8 × 8 × 8) am 15. Mai, am Tage des Auspflanzens der Kartoffel, verabfolgt. Gekalkt war das Feld im Jahre 1934 mit Kalkmergel. Während der gesamten Wachstumszeit war die Entwicklung der Kartoffeln durchaus normal. Die Ernte der Kartoffeln wurde am 30. 9. bis 1. 10. 1936 vorgenommen, in je

¼ Morgen umfassenden Mieten gelagert und bis zum Abfahren mit Kartoffelkraut bedeckt. Die Größe des Schlages betrug 9 Morgen, der Ernteertrag je Morgen 120 Ztr., so daß 1000 Ztr. Kartoffeln für die Versuche zur Verfügung standen. Zur Bestimmung der Verluste an Roh- und verdaulichen Nährstoffen mußte ein Teil der Kartoffeln 1. getrocknet, 2. eingesäuert, 3. eingemietet, 4. eingekellert werden.

Getrocknet wurden am 12. Oktober 1936 518,50 Ztr. der geernteten Kartoffeln mit 3% Schmutz, d. s. 503 Ztr. schmutzfreie Kartoffeln. Die zur Verarbeitung gekommenen Kartoffeln zeigten bei den wiederholt vorgenommenen Messungen mit Hilfe der Kartoffelwaage von Reimann folgenden Stärkegehalt:

20% 19,5% 20,5% 19% 20% 21% 19,5% 20% 21%.

Der Durchschnittsstärkegehalt betrug demnach 20%. Die Menge der anfallenden Kartoffelflocken wurde mit 143 Ztr. festgestellt und für die Verdauungs- und Fütterungsversuche aufbewahrt.

Der Rest der geernteten Kartoffeln wurde im Haustiergarten des Instituts eingemietet, eingekellert und eingesäuert. Das Einkellern und Einmieten der unsortierten Kartoffeln erfolgte am 20. Oktober in der üblichen Weise. Am 9. April 1937 wurde die Miete geöffnet und von nun an mit den eingekellerten Kartoffeln zusammen gelagert. Untersuchungen fanden dann jeweils nach vier Wochen statt. Die Daten der Untersuchungen waren folgende:

1.	Untersuchung	der	eingebrachten	Kartoffeln	am	20. 10.	1936
2.	„	„	„	„	„	9. 4.	1937
3.	„	„	„	„	„	8. 5.	1937
4.	„	„	„	„	„	9. 6.	1937
5.	„	„	„	„	„	9. 7.	1937
6.	„	„	„	„	„	9. 8.	1937
7.	„	„	„	„	„	4. 9.	1937

Da die Atmungsverluste der Kartoffeln weitgehend von der Lagerungstemperatur abhängen, wurden im Keller und in der Miete die Temperaturen fortlaufend bis zum Schluß der Lagerung abgelesen. Zur direkten Bestimmung der Atmungsverluste wurde der Zucker- und Stärkegehalt der Kartoffeln zu Beginn und am Ende der Lagerung bestimmt. Die Verluste durch Wasserverdunstung wurden durch die Trockensubstanzbestimmungen erfaßt. Zur Bestimmung der Verluste, die bei der Konservierung der Kartoffeln durch die Einsäuerung entstehen, wurden am 20. Oktober 1936 zwei 1 cbm große Aurich-Stahlsilos mit gedämpften Kartoffeln gefüllt und sogleich luftdicht mit einem Teerstrick und Asphalt verschlossen. Die Silos wurden zunächst in einer überdachten Halle im Haustiergarten des Instituts aufgestellt und mit Beginn der wärmeren Jahreszeit am 22. März 1937 eingegraben. Die Kartoffeln für den vergleichenden Schnellmastversuch wurden in einem 30,5 cbm großen Betonsilo mit verschließbarer Abflußvorrichtung eingesäuert, mit ungeteerter Dachpappe bedeckt und mit einer 20 cm dicken Lehmschicht beworfen. Die Füllung des Silos begann am 15. Oktober 1936. Sämtliche Kartoffeln sind vor und nach dem Waschen und im gedämpften

Zustand gewogen worden. An den einzelnen Tagen wurden in den Betonsilo eingebracht:

Datum 1936	Kartoffeln (ungewaschen) kg	Kartoffeln (gewaschen) kg	Kartoffeln (gedämpft) kg
15. 10.	3 150,00	3 043,00	3 081,00
16. 10.	3 850,00	3 707,00	3 755,00
17. 10.	3 500,00	3 447,00	3 503,00
19. 10.	3 850,00	3 836,00	3 891,00
20. 10.	2 450,00	2 364,00	2 414,00
21. 10.	2 100,00	2 018,00	2 058,50
22. 10.	2 800,00	2 691,00	2 720,00
Sa. Betonsilo:	21 700,00	21 106,00	21 422,50

Der Schmutzgehalt der Kartoffeln betrug nach vorhergehender Tabelle 2,74%.

Als Abschluß der Versuchsreihe wurde ein vergleichender Fütterungsversuch am 6. Juli 1937 begonnen. Zur Durchführung der Versuche wurden 30 veredelte Landschweine aus Westfalen angekauft und nach Gewicht, Geschlecht und Abstammung auf 3 Gruppen zu je 10 Tieren gleichmäßig verteilt. Durch den Versuch sollte die zweckmäßige Verwendung der im Herbst konservierten Kartoffeln geprüft werden. Das gleiche Ausgangsmaterial für Sauerkartoffeln und Kartoffelflocken schuf die Möglichkeit, eindeutige Versuchsergebnisse zu erhalten. Das Beifutter war bei allen Gruppen gleichmäßig. Die Kartoffelzulagen wurden den Tieren bis zur vollen Sättigung verabreicht.

Gruppe I eingesäuerte Kartoffeln,
„ II Kartoffelflocken,
„ III Sauerkartoffeln und Kartoffelflocken im Verhältnis 4 : 1 (80 : 20%).

Der Versuch konnte ohne wesentliche Störungen durchgeführt werden. Aus der Kartoffelflockengruppe mußten nach der 11. Versuchswoche zwei Tiere wegen nervöser Störungen herausgenommen werden, am Ende der 3. Vierwoche schieden wegen mangelhafter Entwicklung zwei weitere Tiere aus der Sauerkartoffel-Kartoffelflocken-Gruppe aus. Beachtenswert ist die Tatsache, daß sämtliche ausgeschiedenen Tiere aus demselben Wurf stammten. Es kann daher die mangelhafte Entwicklung der Tiere nicht auf die Fütterung zurückgeführt werden, sondern muß konstitutionelle Ursachen gehabt haben. Der Fütterungsversuch wurde am 8. 11. 1937 bzw. am 22. 11. 1937, nachdem die Schweine im Durchschnitt der einzelnen Gruppen ein Gewicht von 100 kg erreicht hatten, abgeschlossen.

I. Ausnutzungsversuche.

Um die verdaulichen Nährstoffe zu Beginn und am Ende der Aufbewahrung der Kartoffeln errechnen zu können, wurden Verdauungsversuche an Schweinen mit den frischen, den gelagerten und konservierten Kartoffeln durchgeführt. Dieses war erforderlich, da mit Verschiebung der chemischen

Zusammensetzung der Kartoffeln u. U. auch eine Änderung in der Verdaulichkeit zu erwarten war. Außerdem war aus den in der Literatur angegebenen Verdauungsversuchen nicht immer zu ersehen, zu welchem Zeitpunkt die Versuche durchgeführt waren. Die zeitliche Anordnung der Verdauungsversuche wurde so gewählt, daß sie den Verhältnissen in der Praxis möglichst entsprachen.

Für die Versuche standen drei veredelte Landschweinborge zur Verfügung. Die Schweine waren am 21. 2. 1936 geboren und stammten aus demselben Wurfe. Die Aufstellung der Tiere für den Verdauungsversuch erfolgte in besonders eingerichteten Verdauungsbuchten, um eine quantitative Fütterung und Sammlung des Kotes zu gewährleisten. Zur besseren Trennung von Harn und Kot war dem Stall ein starkes Gefälle gegeben. Als Liegeplatz diente den Tieren eine Erhöhung an der Rückwand des Stalles. Der Kot wurde stündlich, auch des Nachts, in tarierten Gefäßen gesammelt und nach Ablauf von 24 Stunden gewogen und für die Analyse vorbereitet. Die beweglichen Futtertröge wurden nach dem Verzehr des zugeteilten Futters herausgenommen.

Die zu prüfenden Futtermittel wurden als Zulage zu einem Grundfutter verabreicht. Die Verdaulichkeit des Grundfutters wurde zunächst für sich bestimmt und in den anschließenden Versuchen die Verdaulichkeit der Kartoffeln durch Differenzbildung errechnet. Entsprechend den verschiedenartigen Kartoffelzulagen wurden sechs Perioden durchgeführt:

1. Periode Grundfutter,
2. „ Grundfutter + gedämpfte Kartoffeln,
3. „ Grundfutter + Kartoffelflocken,
4. „ Grundfutter + eingekellerte gedämpfte Kartoffeln,
5. „ Grundfutter + eingemietete gedämpfte Kartoffeln,
6. „ Grundfutter + eingesäuerte Kartoffeln.

Bei der Zusammenstellung der täglichen Grundfutterration wurde folgendes Körner-Eiweißfutter gewählt:

800 g Gerstenschrot,
100 g Dorschmehl.

Das Futter selbst wurde bei Beginn jeder Fütterungsperiode gleich für die gesamte Dauer in Tagesrationen abgewogen, so daß den Tieren täglich die gleiche Menge Trockensubstanz gereicht wurde. Beim Einwiegen der Tagesmengen wurde eine Durchschnittsprobe genommen, bei 60—70° C getrocknet und im lufttrockenen Zustand zurückgewogen. Die feingemahlene Probe wurde zur Vollanalyse verwendet. Während der 6. Periode, in der eingesäuerte Kartoffeln verfüttert wurden, wurden außer der Vollanalyse auch Säurebestimmungen und pH-Zahlmessungen gemacht. Die chemische Zusammensetzung der Futtermittel ist für die einzelnen Perioden in der Ursubstanz und in der Trockensubstanz in den Tabellen angegeben. Jede Periode dauerte 20 Tage, davon entfallen 10 Tage auf Vorfütterung und 10 Tage auf Hauptfütterung. Die Versuchsanordnung gestaltete sich dann wie folgt:

1. Periode Grundfutter
   Vorfütterung: 24. 10. — 3. 11. 36
   Versuch: 4. 11. — 13. 11. 36
2. Periode Grundfutter + gedämpfte Kartoffeln
   Vorfütterung: 14. 11. — 23. 11. 36
   Versuch: 24. 11. — 3. 12. 36
3. Periode Grundfutter + Kartoffelflocken
   Vorfütterung: 4. 12. — 13. 12. 36
   Versuch: 14. 12. — 23. 12. 36
4. Periode Grundfutter + eingekellerte gedämpfte Kartoffeln
   Vorfütterung: 10. 4. — 19. 4. 37
   Versuch: 20. 4. — 29. 4. 37
5. Periode Grundfutter + eingemietete gedämpfte Kartoffeln
   Vorfütterung: 30. 4. — 7. 5. 37
   Versuch: 8. 5. — 17. 5. 37
6. Periode Grundfutter + eingesäuerte Kartoffeln
   Vorfütterung: 11. 6. — 20. 6. 37
   Versuch: 21. 6. — 30. 6. 37

Die Zusammensetzung der Futterrationen war folgende:

1. Periode 1600 g Gerstenschrot
   200 g Dorschmehl
2. Periode 800 g Gerstenschrot
   100 g Dorschmehl
   3000 g gedämpfte Kartoffeln
3. Periode 800 g Gerstenschrot
   100 g Dorschmehl
   900 g Kartoffelflocken
4. Periode 800 g Gerstenschrot
   100 g Dorschmehl
   4000 g eingekellerte gedämpfte Kartoffeln
5. Periode 800 g Gerstenschrot
   100 g Dorschmehl
   4000 g eingemietete gedämpfte Kartoffeln
6. Periode 800 g Gerstenschrot
   100 g Dorschmehl
   4000 g eingesäuerte Kartoffeln

Während der Versuche wurden die Tiere täglich zweimal gefüttert. Die gedämpften Kartoffeln wurden, um die quantitative Aufnahme der Futtermischungen zu gewährleisten, kurz vor der Fütterung mit einem Fleischwolf zerkleinert. Die Größe der Ration war so bemessen, daß die Tiere keine Rückstände zurückließen. Das Futter wurde mit Wasser zu einem steifen Brei angefeuchtet. In der Grundfutter- und Kartoffelflockenperiode stand den Tieren darüber hinaus frisches Wasser nach Belieben zur Verfügung, dessen Verbrauch täglich festgestellt wurde. Um das Wohlbefinden und die Gesundheit der Schweine besser überprüfen zu können, wurden sie vor Beginn und am Ende eines jeden Hauptversuches gewogen, ebenso wurden Stalltemperatur und Harnmenge täglich festgestellt.

Die innerhalb 24 Stunden ausgeschiedenen Kotmengen eines jeden Versuchstieres wurden zunächst frisch gewogen, sodann gleichmäßig gemengt und grob zerkleinert. Von dem frischen Kot wurde zur Analyse und Trockensubstanzbestimmung täglich der fünfte Teil genommen, bei 60—70° C getrocknet, im lufttrockenen Zustande zurückgewogen und für die Analyse vorbereitet.

Die Vollanalyse der Futtermittel und des Kotes erstreckte sich auf die Bestimmung des Rohproteins, des Reinproteins, des Rohfettes, der Rohfaser und der Asche. Außerdem wurden bei den Kartoffeln Sandbestimmungen durchgeführt.

Zur Feststellung der Trockensubstanz wurden 5 g der vorbereiteten Substanz eingewogen und bei 105° C im elektrischen Trockenschrank bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Das Rohprotein wurde nach der allgemein üblichen Methode von Kjeldahl bestimmt. Die Reineiweißbestimmung ist nach Barnstein durchgeführt worden. 1 bzw. 2 g des zu untersuchenden Futtermittels wurden im Becherglas mit 50 ccm destilliertem Wasser aufgekocht, mit 25 ccm einer Kupfersulfatlösung (60 g im Liter) versetzt und unter Umrühren mit 25 ccm Natronlauge (12,5 g im Liter) gefällt. Nach dem Absetzen des Niederschlages wurde filtriert und das Filtrat bis zum Verschwinden der Schwefelsäurereaktion mit heißem Wasser ausgewaschen. Im Rückstand wurde die Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl vorgenommen. Durch Multiplikation mit 6,25 ließ sich der Gehalt an Reinprotein ermitteln. Der Fettgehalt wurde im Soxhletschen Ätherextraktionsapparat als Rohfett gefunden. Die Bestimmung der Rohfaser erfolgte nach dem Weender-Verfahren, indem 3 g Substanz eine halbe Stunde mit 1,25%iger Schwefelsäure und eine weitere halbe Stunde mit 1,25%iger Kalilauge gekocht wurde. Die aschefreie Substanz ist die Rohfaser. Zur Feststellung des Aschegehaltes wurden 5 g Substanz in einem Quarzschälchen vorsichtig geglüht und zurückgewogen. Die Bestimmung des Sandes wurde in der Asche durch Behandlung mit Salzsäure vorgenommen. Die organische Substanz berechnet sich aus Trockensubstanz minus Asche, ebenso sind die stickstofffreien Extraktstoffe durch Differenzrechnung gefunden worden.

a) Ausnutzungsversuch mit Gerstenschrot und Dorschmehl.

Periode I.

Grundfutter

vom 4. bis 13. November 1936

Drei Versuchstiere.

Die Tiere verzehrten täglich 1600 g Gerste und 200 g Dorschmehl mit 1526,28 g Trockensubstanz. Die chemische Zusammensetzung der Futtermittel ist in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Analysen in % Ursubstanz.

Bezeichnung	Wasser	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Amide	Rohfett	Rohfaser	Asche	N.-freie Extr.-Stoffe	Organ. Subst.
Gerstenschrot . .	15,15	84,85	9,03	8,26	0,77	1,41	5,48	2,61	66,32	82,24
Dorschmehl . . .	15,66	84,34	50,13	42,03	8,10	0,93	—	33,28	—	51,06

In der Trockensubstanz waren in Prozenten enthalten:

Analyse der Trockensubstanz.

Bezeichnung	Trock.-Subst.	Roh-prot.	Rein-prot.	Amide	Rohfett	Roh-faser	Asche	N-freie Extr.-Stoffe	Organ. Subst.
Gerstenschrot . .	100	10,65	9,74	0,91	1,66	6,46	3,08	78,15	96,92
Dorschmehl . . .	100	59,45	49,85	9,60	1,10	—	39,47	—	60,53

An Nährstoffen wurden je Tier und Tag aufgenommen:

Bezeichnung	Trock.-Subst.	Rohprot.	Rein-prot.	Rohfett	Roh-faser	Asche	N-freie Extr.-St.	Organ. Subst.
1600 g Gerste .	1357,60	144,48	132,16	22,56	87,68	41,76	1061,12	1315,84
200 g Dorschmehl . . .	168,68	100,26	84,06	1,86	—	66,56	—	102,12
Gesamtaufnahme	1526,28	244,74	216,22	24,42	87,68	108,32	1061,12	1417,96

Die Lebendgewichtsveränderungen und die Kotmengen der einzelnen Tiere sind in den folgenden Tabellen niedergelegt:

Schwein Nr. 1.

Periode I. Grundfutter.

Datum 1936	Stall-tempe-ratur °C	Lebend-gewicht kg	Wasser zum Futter l	Trink-wasser l	Harn l	Kot frisch g	Kot luft-trocken g
4. November	15,0	88	2	2,4	4,6	954,30	265,75
5. „	16,5	—	2	2,3	3,5	1156,75	332,50
6. „	15,0	—	2	2,1	2,8	1797,60	518,25
7. „	15,0	—	2	2,3	2,1	869,10	263,75
8. „	15,0	—	2	2,2	2,4	1357,10	397,00
9. „	15,0	—	2	1,3	2,2	1438,60	423,15
10. „	17,0	—	2	1,2	1,4	613,80	180,50
11. „	18,0	—	2	1,4	1,7	1800,65	537,50
12. „	16,5	—	2	1,25	1,25	1048,80	313,60
13. „	16,5	92,5	2	1,55	1,55	1271,10	377,75
Im Mittel:	15,95	90,25	2	1,8	2,35	1230,78	360,98

Schwein Nr. 2.

Periode I. Grundfutter.

Datum 1936	Stall-tempe-ratur °C	Lebend-gewicht kg	Wasser zum Futter l	Trink-wasser l	Harn l	Kot frisch g	Kot luft-trocken g
4. November	15,0	86,0	2	1,6	3,2	1475,10	374,00
5. „	16,5	—	2	1,7	2,5	1474,10	387,25
6. „	15,0	—	2	1,9	2,5	1545,80	409,40
7. „	15,0	—	2	1,8	1,2	1537,70	411,75
8. „	15,0	—	2	2,8	2,1	1597,00	437,50
9. „	15,0	—	2	2,8	2,35	1416,15	371,50
10. „	17,0	—	2	2,8	1,9	1414,00	373,90
11. „	18,0	—	2	2,2	1,4	1368,80	378,50
12. „	16,5	—	2	2,3	1,85	1496,60	371,35
13. „	16,5	89,5	2	2,45	1,6	1838,40	417,35
Im Mittel:	15,95	87,75	2	2,24	2,06	1516,37	393,25

Schwein Nr. 3.

Periode I. Grundfutter.

Datum 1936	Stall-temperatur °C	Lebendgewicht kg	Wasser zum Futter l	Trinkwasser l	Harn l	Kot frisch g	Kot lufttrocken g
4. November	15,0	80,0	2	2,4	2,1	1523,50	255,25
5. „	16,5	—	2	2,1	2,1	1319,20	342,75
6. „	15,0	—	2	1,7	1,85	1380,40	353,75
7. „	15,0	—	2	1,7	1,05	1183,90	300,25
8. „	15,0	—	2	0,9	1,1	1419,40	378,75
9. „	15,0	—	2	1,3	1,6	1328,00	353,35
10. „	17,0	—	2	0,9	1,4	1705,75	427,75
11. „	18,0	—	2	1,15	1,1	1490,20	389,60
12. „	16,5	—	2	1,55	1,45	1462,85	354,50
13. „	16,5	84,5	2	1,4	1,3	1514,40	401,10
Im Mittel:	15,95	82,25	2	1,51	1,51	1432,76	355,71

Der Kot der Grundfutterperiode wog lufttrocken 360,98 g; 393,25 g; 355,71 g und enthielt in Prozenten in der Ursubstanz:

Kotanalysen in % Ursubstanz.

	Wasser	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Amide	Rohfett	Rohfaser	Asche	N.-freie Extr.-Stoffe	Organ. Subst.
Schwein Nr. 1 . .	72,09	27,91	3,54	3,13	0,41	1,23	5,99	6,39	10,76	21,52
„ „ 2 . .	75,15	24,85	3,18	2,75	0,43	1,35	4,74	6,55	9,03	18,30
„ „ 3 . .	76,32	23,68	2,99	2,65	0,34	1,15	4,96	5,12	9,46	18,56

Der Trockensubstanzgehalt des frischen Kotes betrug bei Schwein Nr. 1 27,91%, bei Schwein Nr. 2 24,85% und bei Schwein Nr. 3 23,68%.

Berechnung der Verdaulichkeit der Nährstoffe.

Schwein Nr. 1	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-St.	Organ. Subst.
Verzehrt . . .	1526,28	244,74	216,22	24,42	87,68	108,32	1061,12	1417,96
Ab Kot 1230,78 g	343,51	43,57	38,52	15,13	73,72	78,64	132,45	264,87
Verdaut Grundfutter . . .	1182,77	201,17	177,70	9,29	13,96	29,68	928,67	1153,09
Verdaut in % .	77,49	82,20	82,18	38,04	15,92	27,40	87,52	81,32
Schwein Nr. 2								
Verzehrt . . .	1526,28	244,74	216,22	24,42	87,68	108,32	1061,12	1417,96
Ab Kot 1516,37 g	376,82	48,22	41,70	20,47	71,87	99,32	136,94	277,50
Verdaut Grundfutter . . .	1149,46	196,52	174,52	3,95	15,81	9,00	924,18	1140,46
Verdaut in % .	75,31	80,30	80,71	16,18	18,03	8,31	87,09	80,43
Schwein Nr. 3								
Verzehrt . . .	1526,28	244,74	216,22	24,42	87,68	108,32	1061,12	1417,96
Ab Kot 1432,76 g	339,28	42,84	37,97	16,48	71,06	73,36	135,54	265,92
Verdaut Grundfutter . . .	1187,00	201,90	178,25	7,94	16,62	34,96	925,58	1152,04
Verdaut in % .	77,77	82,50	82,44	32,51	18,96	32,27	87,23	81,25

Verdauungskoeffizienten für das Grundfutter.

	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-St	Organ. Subst.
Schwein Nr. 1.	77,49	82,20	82,18	38,04	15,92	27,40	87,52	81,32
„ „ 2.	75,31	80,30	80,71	16,18	18,03	8,31	87,09	80,43
„ „ 3.	77,77	82,50	82,44	32,51	18,96	32,27	87,23	81,25
Im Durchschnitt	76,86	81,67	81,78	28,91	17,64	22,66	87,28	81,00

Die in dem Versuch gefundenen Verdauungskoeffizienten des Grundfutters stimmen für die einzelnen Tiere recht gut überein. Vor allem trifft dies für Schwein Nr. 1 und Schwein Nr. 3 zu. Die Verdauungskoeffizienten von Schwein Nr. 2 zeigen bei allen Nährstoffen eine etwas geringere Verdaulichkeit. In Bezug auf die stickstofffreien Extraktstoffe und die organische Substanz sind keine Unterschiede festgestellt worden. Größere Schwankungen treten beim Rohfett und bei der Asche auf. Diese Fehler, die in Anbetracht des geringen Gehaltes der Kartoffeln an Rohfett und Asche an sich unbedeutend sind, kommen dadurch zustande, daß die Tiere mit dem Kote kleine Mengen Fett und Gallensekrete ausscheiden, die aus dem Körper selbst stammen und durch die Analyse des Kotes mit erfaßt werden. Für die Asche trifft dies in höherem Maße zu, so daß eine genaue Bestimmung der Verdauungskoeffizienten überhaupt nicht möglich ist. In den folgenden Versuchen ist daher auf eine Bestimmung des Verdauungskoeffizienten für Asche verzichtet worden. Bei den Kohlehydraten, wie z. B. bei der Stärke, kann eine Mehrausscheidung im Kot nicht eintreten, da sie im Körper nicht vorhanden ist. Man erhält daher im Kot den unverdaulichen Anteil der Kohlehydrate der Futtermittel quantitativ. Zu den Verdauungskoeffizienten des Eiweißes muß bemerkt werden, daß mit dem Kote wechselnde Mengen Körpereiweiß ausgeschieden werden, die u. U. zu höheren Werten bei der Analyse des Kotes führen können.

Die Verdauungswerte für Kartoffeln sind wiederholt von verschiedenen Versuchsanstellern [Völtz (40), Bollmann (3)] an Schweinen auch direkt ohne Zufütterung von Getreideschrot bestimmt worden. Hierdurch wollte man Versuchsfehler, die bei der Verabreichung von mehreren Futtermitteln entstehen können, ausschalten. Wesentliche Unterschiede wurden bei den Untersuchungsergebnissen aber nicht festgestellt. Mit Rücksicht auf die Gesundheit der Tiere schien es daher ratsam, zu den Kartoffeln Gerstenschrot und Dorschmehl zu verabreichen. Die Futterrationen wurden dadurch an verdaulichen Stickstoffsubstanzen reicher, so daß eventuell auftretende Verdauungsdepressionen von vornherein ausgeschaltet werden konnten.

b) Ausnutzungsversuch mit gedämpften Kartoffeln.

Periode II.

Grundfutter + gedämpfte Kartoffeln

vom 24. November bis 3. Dezember 1936

Drei Versuchstiere.

Die Tiere verzehrten täglich 800 g Gerstenschrot, 100 g Dorschmehl und 3000 g gedämpfte Kartoffeln mit 1582,21 g Trockensubstanz. Die chemische Zusammensetzung der Futtermittel ist in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

Analysen in % Ursubstanz.

Bezeichnung	Wasser	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Amide	Rohfett	Rohfaser	Asche	N.-freie Extr.-Stoffe	Organ. Subst.
Gerstenschrot . .	15,04	84,96	8,75	7,95	0,80	1,44	5,50	2,57	66,70	82,39
Dorschmehl . . .	14,97	85,03	49,38	41,99	7,39	0,82	—	34,83	—	50,20
Ged. Kartoffeln .	72,75	27,25	1,90	1,45	0,45	0,06	0,69	1,75	22,85	25,50

In der Trockensubstanz waren in Prozenten enthalten:

Analysen der Trockensubstanz.

Bezeichnung	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Amide	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-Stoffe	Organ. Subst.
Gerstenschrot .	100	10,30	9,36	0,94	1,69	6,47	3,02	78,52	96,98
Dorschmehl . .	100	58,07	49,38	8,69	0,96	—	40,97	—	59,04
Ged. Kartoffeln .	100	6,97	5,32	1,65	0,22	2,53	6,42	83,86	93,58

An Nährstoffen wurden je Tier und Tag aufgenommen:

Bezeichnung	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-St.	Organ. Subst.
800 g Gerste .	679,68	70,00	63,60	11,52	44,00	20,56	533,60	659,12
100 g Dorschm.	85,03	49,38	41,99	0,82	—	34,83	—	50,20
3000 g ged. Kart.	817,50	57,00	43,50	1,80	20,70	52,50	685,50	765,00
Gesamtaufnahme	1582,21	176,38	149,09	14,14	64,70	107,89	1219,10	1474,32

Die ausgeschiedenen Kotmengen der einzelnen Tiere sind aus den nachfolgenden Tabellen zu ersehen:

Schwein Nr. 1.

Periode II. Grundfutter + gedämpfte Kartoffeln.

Datum 1936	Stalltemperatur °C	Lebendgewicht kg	Wasser zum Futter l	Harn l	Kot frisch g	Kot lufttrocken g
24. Nov.	13	94,0	2	2,7	942,73	256,65
25. „	15	—	2	3,1	935,45	269,05
26. „	16	—	2	2,4	993,75	283,45
27. „	16	—	2	2,7	427,95	128,80
28. „	16	—	2	3,2	498,25	150,75
29. „	14	—	2	2,45	1652,75	461,55
30. „	14	—	2	3,30	579,61	157,55
1. Dez.	17	—	2	2,9	1117,40	311,75
2. „	17	—	2	2,45	1212,37	333,85
3. „	18	98,0	2	2,6	1120,75	318,85
Im Mittel	15,6	96,0	2	2,78	948,10	267,23

Schwein Nr. 2.

Periode II. Grundfutter + gedämpfte Kartoffeln.

Datum 1936	Stall-temperatur °C	Lebend-gewicht kg	Wasser zum Futter l	Harn l	Kot frisch g	Kot lufttrocken g
24. Nov.	13	92,5	2	2,5	1264,70	308,55
25. „	15	—	2	2,6	977,50	243,60
26. „	16	—	2	2,3	858,92	201,90
27. „	16	—	2	2,4	1047,45	261,95
28. „	16	—	2	2,2	1390,45	338,70
29. „	14		2	2,3	981,70	249,25
30. „	14	—	2	2,7	979,70	261,10
1. Dez.	17	—	2	2,05	1120,70	283,65
2. „	17	—	2	1,8	1213,35	300,25
3. „	18	96,5	2	1,9	849,10	233,30
Im Mittel	15,6	94,5	2	2,28	1068,36	268,23

Schwein Nr. 3.

Periode II. Grundfutter + gedämpfte Kartoffeln.

Datum 1936	Stall-temperatur °C	Lebend-gewicht kg	Wasser zum Futter l	Harn l	Kot frisch g	Kot lufttrocken g
24. Nov.	13	86,5	2	2,4	971,05	247,00
25. „	15	—	2	3,3	1132,23	280,55
26. „	16	—	2	2,3	643,42	181,55
27. „	16	-	2	2,1	1186,90	310,60
28. „	16	—	2	2,05	1407,55	337,50
29. „	14	—	2	2,55	971,53	235,95
30. „	14	—	2	2,6	1107,90	270,50
1. Dez.	17	—	2	2,2	976,80	244,70
2. „	17	—	2	2,2	986,00	251,00
3. „	18	90,00	2	2,05	934,92	236,25
Im Mittel	15,6	88,25	2	2,38	1031,83	259,56

Die im Durchschnitt täglich ausgeschiedenen Kotmengen wogen in der vorliegenden Periode mit gedämpften Kartoffeln frisch 948,10 g; 1068,36 g; 1031,83 g; lufttrocken 267,23 g; 268,23 g; 259,56 g und enthielten in Prozenten:

Kotanalysen in % Ursubstanz.

	Wasser	Trock.-Subst.	Roh-prot.	Rein-prot.	Amide	Roh-fett	Roh-faser	Asche	N.-freie Extr.-Stoffe	Organ. Subst.
Schwein Nr. 1 . .	73,28	26,72	4,16	3,73	0,43	1,56	4,21	7,92	8,87	18,80
„ „ 2 . .	76,02	23,98	3,80	3,23	0,57	1,38	4,06	6,64	8,10	17,34
„ „ 3 . .	75,88	24,12	3,93	3,31	0,62	1,22	4,39	6,47	8,11	17,65

Der Trockensubstanzgehalt des frischen Kotes stellt sich im Durchschnitt dieser Periode auf 26,72 bei Schwein Nr. 1, auf 23,98 bei Schwein Nr. 2 und auf 24,12 bei Schwein Nr. 3.

Berechnung der Verdaulichkeit der Nährstoffe.

Schwein Nr. 1	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-St.	Organ. Subst.
Verzehrt . . .	1582,21	176,38	149,09	14,14	64,70	107,89	1219,10	1474,32
Ab Kot 948,10 g .	253,33	39,44	35,36	9,45	39,92	75,09	89,43	178.24
Verdaut . . .	1328,88	136,94	113,73	4,69	24,78	32,80	1129,67	1296,08
Abzug für Grundfutter .	592,57	98,13	86,77	4,69	7,00	—	467,57	577,39
Verd. in g . .	736,31	38,81	26,96	—	17,78	—	662,10	718,69
Ged. Kartoffeln verd. in % .	90,07	68,09	61,98	—	85,89	—	96,59	93,95
Schwein Nr. 2								
Verzehrt . . .	1582,21	176,38	149,09	14,14	64,70	107,89	1219,10	1474,32
Ab Kot 1068,36 g	256,19	40,60	34,51	12,14	43,38	70,94	89,13	185,25
Verdaut . . .	1326,02	135,78	114,58	2,00	21,32	36,95	1129,97	1289,07
Abzug für Grundfutter .	575,90	95,86	85,22	2,00	7,93	—	465,69	571,30
Verd. in g . .	750,12	39,92	29,36	—	13,39	—	664,28	717,77
Ged. Kartoffeln verd. in % . .	91,76	70,04	67,49	—	64,69	—	96,90	93,83
Schwein Nr. 3								
Verzehrt . . .	1582,21	176,38	149,09	14,14	64,70	107,89	1219,10	1474,32
Ab Kot 1031,83 g	248,88	40,55	34,15	10,13	45,30	66,76	86,14	182,12
Verdaut . . .	1333,33	135,83	114,94	4,01	19,40	41,13	1132,96	1292,20
Abzug für Grundfutter .	594,71	98,49	87,05	4,01	8,34	—	466,00	576,84
Verd. in g . .	738,62	37,34	27,89	—	11,06	—	666,96	715,36
Ged. Kartoffeln verd. in % .	90,35	65,51	64,11	—	53,43	—	97,30	93,51

Verdauungskoeffizienten für gedämpfte Kartoffeln nach Ausschaltung des Grundfutters.

	Trocken-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extr.-St.	Organ. Subst.
Schwein Nr. 1	90,07	68,09	61,98	—	85,89	96,59	93,95
„ „ 2	91,76	70,04	67,49	—	64,69	96,90	93,83
„ „ 3	90,35	65,51	64,11	—	53,43	97,30	93,51
Im Durchschnitt	90,73	67,88	64,53	—	68,00	96,93	93,76

Der Trockensubstanzgehalt der zur Untersuchung gelangten gedämpften Kartoffeln betrug im Durchschnitt von fünf Analysen 27,25%, das Gerstenschrot hatte einen Trockensubstanzgehalt von 84,96%, das Dorschmehl von 85,03%. Da bei der täglichen Verfütterung von 3500 g gedämpften Kartoffeln befürchtet werden mußte, daß die Tiere von dem verabreichten Futter Reste zurücklassen würden, wurde die Tagesmenge auf 3000 g herabgesetzt. Diese Menge wurde von den Schweinen auch restlos verzehrt.

Die Versuchsergebnisse stimmen auch hier bei den einzelnen Tieren gut überein, so daß das Mittel der gefundenen Verdauungskoeffizienten den

späteren Berechnungen zugrunde gelegt werden konnte. Besonders die stickstofffreien Extraktstoffe, die den Hauptwert der in den Kartoffeln enthaltenen Nährstoffe ausmachen, sind übereinstimmend gut verdaut worden. Zu den Verdauungskoeffizienten von Rohprotein und Reineiweiß muß bemerkt werden, daß unterschiedliche Mengen von Eiweißstoffen mit dem Kot ausgeschieden werden, die aus dem Tierkörper selbst stammen. Man wird demnach bei den Verdauungswerten dieses Nährstoffes im Gegensatz zu den stickstofffreien Extraktstoffen mit gewissen Differenzen zu rechnen haben. Die stickstofffreien Extraktstoffe der gedämpften Kartoffeln zeigen im Durchschnitt eine Verdaulichkeit von 97%. Sie sind damit beinahe vollständig verdaulich. Die Fettverdaulichkeit der Kartoffeln ergab stets Minuswerte. Dieses ist daraus zu erklären, daß in den Kartoffeln nur ein sehr geringer Prozentsatz an Fett enthalten ist, andererseits befinden sich im Kot beträchtliche Mengen Fett, die sich wie oben besprochen aus ätherlöslichen Gallenbestandteilen und anderen Körperabsonderungen zusammensetzen. Die Analysenergebnisse ergaben bei den gedämpften Kartoffeln in der Ursubstanz einen Gehalt von nur 0,06% Fett, während der Kot in der Ursubstanz 1,36% Fett enthielt. Die negativen Verdauungswerte wurden dadurch ausgeschaltet, daß die Verdaulichkeit der stickstofffreien Extraktstoffe entsprechend niedriger berechnet wurde. Die bei den Untersuchungen gefundenen Verdauungswerte sind mit einigen in der Literatur für Schweine angegebenen Verdauungskoeffizienten zur besseren Übersicht einander gegenübergestellt.

	Trocken-Subst.	Organ. Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extr.
Kellner (20) . .	—	95	76	—	—	72	97
	—	91—96	57—88	—	—	28—83	97—99
Völtz (40) . .	—	95,8	76,9	—	—	70,7	97,7
Bollmann (3) .	—	93,5	71,7	—		67,5	95,2
Versuch . . .	90,73	93,76	67,88	64,53	—	68,0	96,93

Die Untersuchungen von Bollmann (3) wurden wie im vorliegenden Versuch ebenfalls mit der Sorte Parnassia durchgeführt. Die gefundenen Ergebnisse stimmen weitgehend überein. Ein etwas größerer Unterschied ist nur bei der Verdaulichkeit des Rohproteins zu beobachten; worauf dieses zurückzuführen ist, wurde im vorhergehenden bereits besprochen. Kellner gibt die Verdaulichkeit der stickstofffreien Extraktstoffe im Mittel mit 97% an. Im Versuch wurde eine Verdaulichkeit von 96,93% gefunden, dies ist praktisch dieselbe Verdaulichkeit. Bei sämtlichen in dieser Arbeit angeführten Versuchen, wie auch bei den Versuchen der oben mitgeteilten Versuchsansteller, wurden für die Fettverdaulichkeit der Kartoffeln stets Minuswerte gefunden. Es sind deshalb auch keine Werte in den Tabellen angegeben worden.

c) Ausnutzungsversuch mit Kartoffelflocken.

III. Periode.

Kartoffelflocken + Grundfutter

vom 14. bis 23. Dezember 1936.

Drei Versuchstiere.

Die Tiere verzehrten täglich 800 g Gerstenschrot, 100 g Dorschmehl und 900 g Kartoffelflocken, so daß etwa die gleiche Menge Trockensubstanz, 1555,32 g, und die gleiche Menge Nährstoffe wie in dem vorhergehenden Versuch verabreicht wurden. Damit die Tiere das Futter besser aufnahmen, wurde es mit drei Liter Wasser angefeuchtet; außerdem standen beliebige Mengen Trinkwasser zur Verfügung, die täglich festgestellt wurden und im folgenden aufgeführt sind. Die chemische Zusammensetzung der Futtermittel ergab:

Analysen in % Ursubstanz.

	Wasser	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Amide	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-Stoffe	Org. Subst.
Gerstenschrot . .	14,72	85,28	9,39	8,47	0,92	1,46	4,31	2,40	67,72	82,88
Dorschmehl . . .	13,79	86,21	50,53	42,36	8,17	0,84	—	34,84	—	51,37
Kartoffelflocken .	12,57	87,43	5,72	3,97	1,75	0,19	1,82	3,82	75,88	83,61

In der Trockensubstanz waren in % enthalten:

Analysen der Trockensubstanz.

	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Amide	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-Stoffe	Organ. Subst.
Gerstenschrot .	100	11,01	9,94	1,07	1,71	5,06	2,82	79,40	97,18
Dorschmehl . .	100	58,61	49,14	9,47	0,97	—	40,42	—	59,58
Kartoffelflocken	100	6,54	4,54	2,00	0,22	2,08	4,37	86,79	95,63

An Nährstoffen wurden je Tier und Tag aufgenommen:

	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-St.	Organ. Subst.
800 g Gerstenschrot . . .	682,24	75,12	67,76	11,68	34,48	19,20	541,76	663,04
100 g Dorschmehl	86,21	50,53	42,36	0,84	—	34,84	—	51,37
900 g Kartoffelflocken . . .	786,87	51,48	35,73	1,71	16,38	34,38	682,92	752,49
Gesamtaufnahme	1555,32	177,13	145,85	14,23	50,86	88,42	1224,68	1466,90

Die Lebendgewichtsentwicklung, die Harn- und Kotmengen der einzelnen Tiere sind aus den nachfolgenden Tabellen zu ersehen.

Schwein Nr. 1.

Periode III. Grundfutter + Kartoffelflocken.

Datum 1936	Stall-tempe-ratur °C	Lebend-gewicht kg	Wasser zum Futter l	Trink-wasser l	Harn l	Kot frisch g	Kot lufttrocken g
14. Dez.	13	100,00	3	1,5	2,7	814,75	212,30
15. „	14	—	3	1,5	2,55	829,15	215,75
16. „	15	—	3	1,45	3,1	826,50	217,60
17. „	17	—	3	1,25	2,6	1230,42	317,85
18. „	19	—	3	1,2	3,0	757,38	198,00
19. „	18,5	—	3	0,95	2,1	934,15	246,30
20. „	16	—	3	0,7	2,25	553,35	153,75
21. „	17	—	3	0,7	1,6	658,05	181,15
22. „	18	—	3	0,85	2,3	1052,20	265,60
23. „	17	103,5	3	0,95	2,3	810,80	200,50
Im Mittel	16,45	101,75	3	1,11	2,45	846,68	220,88

Schwein Nr. 2.

Periode III. Grundfutter + Kartoffelflocken.

Datum 1936	Stall-tempe-ratur °C	Lebend-gewicht kg	Wasser zum Futter l	Trink-wasser l	Harn l	Kot frisch g	Kot lufttrocken g
14. Dez.	13	98,0	3	2,0	3,1	1218,68	269,00
15. „	14	—	3	1,5	3,05	865,21	215,25
16. „	15	—	3	1,9	2,6	968,74	232,70
17. „	17	—	3	1,35	2,35	1008,47	237,50
18. „	19	—	3	1,1	2,3	1082,76	263,40
19. „	18,5	—	3	1,0	1,95	739,07	177,60
20. „	16	—	3	1,25	2,2	1077,35	253,35
21. „	17	—	3	1,1	2,25	1028,85	227,50
22. „	18	—	3	0,5	1,85	901,12	214,90
23. „	17	102,0	3	1,0	1,95	733,25	180,20
Im Mittel	16,45	100,0	3	1,27	2,36	962,35	227,14

Schwein Nr. 3.

Periode III. Grundfutter + Kartoffelflocken.

Datum 1936	Stall-tempe-ratur °C	Lebend-gewicht kg	Wasser zum Futter l	Trink-wasser l	Harn l	Kot frisch g	Kot lufttrocken g
14. Dez.	13	92,0	3	0,9	2,7	597,00	150,50
15. „	14	—	3	1,15	1,8	1090,67	274,60
16. „	15	—	3	1,05	2,35	1154,30	263,50
17. „	17	—	3	1,0	1,9	557,22	144,80
18. „	19	—	3	1,05	1,7	797,20	198,15
19. „	18,5	—	3	0,45	1,7	1191,49	290,05
20. „	16	—	3	1,15	2,2	785,23	196,70
21. „	17	—	3	1,0	2,1	811,40	206,55
22. „	18	—	3	1,0	1,6	988,67	239,25
23. „	17	96,0	3	1,05	1,9	1078,85	265,35
Im Mittel	16,45	94,0	3	0,98	2,0	905,20	222,95

Im Tagesdurchschnitt wurden 846,68 g, 962,35 g und 905,20 g frischer Kot ausgeschieden. Der lufttrockene Kot wog 220,88 g, 227,14 g und 222,95 g. Die chemische Zusammensetzung des Kotes war in % auf Ursubstanz berechnet:

Kotanalysen in % Ursubstanz.

	Wasser	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Amide	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-Stoffe	Org. Subst.
Schwein Nr. 1 . .	75,08	24,92	4,41	4,00	0,41	1,32	4,64	5,31	9,24	19,61
„ „ 2 . .	77,33	22,67	3,91	3,49	0,42	1,18	4,37	4,86	8,35	17,81
„ „ 3 . .	76,22	23,78	4,48	3,90	0,58	1,26	4,42	4,96	8,66	18,82

Berechnung der Verdaulichkeit der Nährstoffe.

	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-St.	Organ. Subst.
Schwein Nr. 1								
Verzehrt . . .	1555,32	177,13	145,85	14,23	50,86	88,42	1224,68	1466,90
Ab Kot 846,68 g	210,99	37,34	33,87	9,47	39.29	44,96	79,93	166,03
Verdaut . . .	1344,33	139,79	111,98	4,76	11,57	43,46	1144,75	1300,87
Abzug f. Grundfutter . . .	595,47	103,28	90,50	4,76	5,49	—	467,13	580,66
Verdaut in g Kartoffelflock.	748,86	36,51	21,48	—	6,08	—	677,60	720,21
Verdaut in % .	95,17	70,92	60,12	—	37,12	—	99,22	95,71
Schwein Nr. 2								
Verzehrt . . .	1555,32	177,13	145,85	14,23	50,86	88,42	1224,68	1466,90
Ab Kot 962,35 g	218,16	37,63	33,59	11,36	42,05	46,77	80,36	171,39
Verdaut . . .	1337,16	139,50	112,26	2,87	8,81	41,65	1144,32	1295,51
Abzug f. Grundfutter . . .	578,72	100,90	88,88	2,03	6,22	—	465,08	574,23
Verdaut in g Kartoffelflock.	758,44	38,60	23,38	0,84	2,59	—	679,24	721,28
Verdaut in % .	96,39	74,98	65,44	49,12	15,81	—	99,46	95,85
Schwein Nr. 3								
Verzehrt . . .	1555,32	177,13	145,85	14,23	50,86	88,42	1224,68	1466,90
Ab Kot 905,20 g	215,26	40,55	35.30	10,16	40,01	44 90	79,64	170,36
Verdaut . . .	1340,06	136,58	110,55	4,07	10,85	43,52	1145,04	1296,54
Abzug f. Grundfutter . . .	597,62	103,66	90,78	4,07	6,54	—	465,91	580,18
Verdaut in g Kartoffelflock.	742,44	32,92	19,77	—	4,31	—	679,13	716,36
Verdaut in % .	94,35	63,95	55,33	—	26,31	—	99,45	95,20

Verdauungskoeffizienten für Kartoffelflocken nach Ausschaltung des Grundfutters.

	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extr.-St.	Organ. Substanz
Schwein Nr. 1	95,17	70,92	60,12	—	37,12	99,22	95,71
„ „ 2	96,39	74,98	65,44	49,12	15,81	99,46	95,85
„ „ 3	94,35	63,95	55,33	—	26,31	99,45	95,20
Durchschnitt	95,30	69,95	60,30	49,12	26,41	99,38	95,59

Die Nährstoffe der Kartoffelflocken sind vorzüglich verdaut worden. Vor allem zeigt sich dieses in der hohen Verdaulichkeit der stickstofffreien Extraktstoffe. Sie waren im vorliegenden Versuch im Durchschnitt der drei Tiere zu 99,38% verdaulich. Das Rohprotein und das Reineiweiß wurden ebenso hoch verdaut wie bei den frisch gedämpften Kartoffeln. Verhältnismäßig niedrig ist die Rohfaser der Kartoffelflocken mit 26,41% verdaut worden. Eine größere Bedeutung kommt dieser Erscheinung aber nicht zu, da die Rohfaser nur in geringer Menge in den Kartoffelflocken vorhanden ist. Bei dem höheren Rohfasergehalt des Grundfutters können daher größere Abweichungen in der Resorbierbarkeit auftreten, so daß die Verdaulichkeit der Kartoffelrohfaser, wie Völtz (39) darauf hinweist, nicht genau zu bestimmen ist. Die organische Substanz ist mit 95,59% bei allen Tieren übereinstimmend gut verdaut worden. Die Fettverdaulichkeit der Kartoffelflocken zeigte bei Schwein Nr. 1 und Nr. 3 Minuswerte. Lediglich am Schwein Nr. 2 wurde eine Fettverdaulichkeit von 49,12% für die Kartoffelflocken festgestellt. Die negativen Werte wurden wie bei den gedämpften Kartoffeln durch eine entsprechend niedrigere Berechnung der stickstofffreien Extraktstoffe ausgeschaltet. Die in ähnlicher Weise gewonnenen Verdauungswerte der Kartoffelflocken stimmen mit den im Versuch gefundenen Zahlen recht gut überein.

	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extr.-St.	Organ. Substanz
Kellner (20) . .	—	76,00	—	—	72,00	97,00	95,00
Fingerling (5) .	—	70,50	60,20	—	84,90	98,30	95,10
Versuch . . .	95,30	69,95	60,30	49,12	26,41	99,38	95,59

So fand Fingerling an Schweinen für die stickstofffreien Extraktstoffe der Kartoffelflocken eine Verdaulichkeit von 98,30%. Im vorliegenden Versuch ist die Verdaulichkeit zu 99,38% berechnet worden. Kellner gibt für die Kohlehydrate der Kartoffelflocken eine Durchschnittsverdaulichkeit von 97% an.

d) Ausnutzungsversuch mit gedämpften Kartoffeln nach sechsmonatiger Lagerung im Keller.

IV. Periode.

Grundfutter + gedämpfte Kartoffeln.

Vom 20. bis 29. April 1937.

Drei Versuchstiere.

Um die verdaulichen Nährstoffe der eingelagerten Kartoffeln einwandfrei berechnen zu können, wurden die Verdauungswerte der gedämpften Kartoffeln im Frühjahr von neuem bestimmt. Für die nachfolgend aufgeführten Ausnutzungsversuche standen die gleichen Tiere zur Verfügung.

Auch war genügend Gerstenschrot und Dorschmehl derselben Lieferung für diese Versuche gelagert worden. Mit Rücksicht auf den Gesundheitszustand der Tiere wurden in der Zwischenzeit nur Futterrüben, gute Silage und andere Wirtschaftsfuttermittel mit etwas Getreideschrot verabreicht.

Zunächst wurde die Verdaulichkeit der im Keller gelagerten Kartoffeln ermittelt. Die Tiere erhielten in dieser Periode wiederum 800 g Gerstenschrot mit 100 g Dorschmehl, dazu 4000 g gedämpfte Kartoffeln, die mit 1 Liter Wasser angefeuchtet wurden. In den Futtermitteln verzehrten die Schweine täglich 1894,60 g Trockensubstanz. Die Ergebnisse dieses Versuches sind im folgenden durch Zahlen belegt und beschrieben. Die chemische Zusammensetzung der verabreichten Futtermittel war folgende:

Analysen in % Ursubstanz.

	Wasser	Trck.-Subst.	Roh.-prot.	Rein-prot.	Amide	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-Stoffe	Org. Sub.
Gerstenschrot . .	13,98	86,02	9,33	8,29	1,04	1.52	3,74	2,59	68,84	83,43
Dorschmehl . . .	15,16	84,84	49,74	39,45	10,29	0,93	—	34,17	—	50,67
Ged. Kartoffeln . .	71,96	28,04	1,90	1,46	0,44	0,07	0,83	1,59	23,65	26,45

Der Trockensubstanzgehalt des Gerstenschrotes betrug in diesem Versuch 86,02%, der des Dorschmehls 84,84% und der der gedämpften Kartoffeln 28,04%. In der Trockensubstanz waren in % enthalten:

Analysen der Trockensubstanz.

	Trck.-Subst.	Roh-prot.	Rein-prot.	Amide	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-Stoffe	Organ. Subst.
Gerstenschrot .	100	10,85	9,64	1,21	1,77	4,35	3,01	80,02	96,99
Dorschmehl . .	100	58,64	46,51	12,13	1,10	—	40,29	—	59,71
Ged. Kartoffeln	100	6,77	5,21	1,57	0,25	2,96	5,67	84,35	94,33

An Nährstoffen sind je Schwein und Tag aufgenommen:

	Trock.-Subst.	Rohprot.	Rein-prot.	Rohfett	Roh-faser	Asche	N-freie Extr.-St	Organ. Subst.
800 g Gerstenschrot . . .	688,16	74,64	66,32	12,16	29,92	20,72	550,72	667,44
100 g Dorschmehl	84,84	49,74	39,45	0,93	—	34,17	—	50,67
4000 g ged. Kartoffeln . .	1121,60	76,00	58,40	2,80	33,20	63,60	946,00	1058,00
Gesamtaufnahme	1894,60	200,38	164,17	15,89	63,12	118,49	1496,72	1776,11

Die Lebendgewichtsentwicklung der Tiere, sowie die ausgeschiedenen Harn- und Kotmengen betrugen während der Dauer des Hauptversuches:

Schwein Nr. 1.

Periode IV. Grundfutter + ged. Kartoffeln (Keller).

Datum 1937	Stall-temperatur °C	Lebend-gewicht kg	Wasser zum Futter l	Harn l	Kot frisch g	Kot lufttrocken g
20. April	15,5	139,5	1	3,2	650,20	173,25
21. „	16,5	—	1	2,95	958,90	268,50
22. „	16,0	—	1	2,6	1257,00	341,00
23. „	15,5	—	1	2,75	950,20	256,00
24. „	15,0	—	1	2,9	754,50	201,25
25. „	15,5	—	1	2,1	1064,70	288,50
26. „	15,0	—	1	2,35	687,90	177,15
27. „	15,0	—	1	2,1	935,00	248,50
28. „	15,5	—	1	2,25	1316,55	342,10
29. „	16,5	141,5	1	2,5	677,50	175,50
Im Mittel	15,6	140,5	1	2,57	925,25	247,18

Schwein Nr. 2.

Periode IV. Grundfutter + ged. Kartoffeln (Keller).

Datum 1937	Stall-temperatur °C	Lebend-gewicht kg	Wasser zum Futter l	Harn l	Kot frisch g	Kot lufttrocken g
20. April	15,5	144,0	1	3,1	1189,30	271,75
21. „	16,5	—	1	2,3	1674,50	396,00
22. „	16,0	—	1	2,3	470,25	117,25
23. „	15,5	—	1	2,4	1203,35	276,75
24. „	15,0	—	1	1,8	1247,10	286,50
25. „	15,5	—	1	1,9	954,80	221,65
26. „	15,0	—	1	2,55	1132,45	284,00
27. „	15,0	—	1	1,95	1207,45	287,25
28. „	15,5	—	1	2,5	1499,90	340,25
29. „	16,5	145,5	1	2,0	592,40	144,90
Im Mittel	15,6	144,75	1	2,28	1117,15	262,63

Schwein Nr. 3.

Periode IV. Grundfutter + ged. Kartoffeln (Keller).

Datum 1937	Stall-temperatur °C	Lebend-gewicht kg	Wasser zum Futter l	Harn l	Kot frisch g	Kot lufttrocken g
20. April	15,5	137,5	1	3,1	1470,90	351,75
21. „	16,5	—	1	2,6	854,70	212,50
22. „	16,0	—	1	2,45	1258,95	307,00
23. „	15,5	—	1	2,60	971,30	244,00
24. „	15,0	—	1	2,6	1082,60	270,25
25. „	15,5	—	1	1,85	804,00	204,00
26. „	15,0	—	1	2,45	1075,70	268,25
27. „	15,0	—	1	2,2	1301,30	315,00
28. „	15,5	—	1	2,55	954,40	237,50
29. „	16,5	139,0	1	2,15	1104,70	268,75
Im Mittel	15,6	138,25	1	2,46	1087,86	267,90

Die im Durchschnitt täglich ausgeschiedenen Kotmengen wogen in der vorliegenden Periode frisch 925,25 g, 1117,15 g und 1087,86 g; lufttrocken 247,18 g, 262,63 g und 267,9 g. Die chemische Zusammensetzung des Kotes war in % auf Ursubstanz berechnet:

Kotanalysen in % Ursubstanz.

	Wasser	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Amide	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-Stoffe	Org. Subst.
Schwein Nr. 1	74,35	25,65	4,79	4,14	0,65	1,66	4,15	6,95	8,10	18,70
„ „ 2	77,35	22,65	4,22	3,59	0,63	1,52	3,86	5,69	7,36	16,96
„ „ 3	76,30	23,70	4,46	3,94	0,52	1,45	4,19	6,04	7,56	17,66

Der Trockensubstanzgehalt des frischen Kotes wurde nach den Analysen bei Schwein Nr. 1 zu 25,65%, bei Schwein Nr. 2 zu 22,65% und bei Schwein Nr. 3 zu 23,70% ermittelt.

Berechnung der Verdaulichkeit der Nährstoffe.

	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-St.	Org. Subst.
Schwein Nr. 1								
Verzehrt . . .	1894,60	200,38	164,17	15,89	63,12	118,49	1496,72	1776,11
Ab Kot 925,25 g	237,33	44,32	38,31	10,91	38,40	64,30	79,40	173,03
Verdaut . . .	1657,27	156,06	125,86	4,98	24,72	54,19	1417,32	1603,08
Abzug f. Grundfutter . . .	599,00	102,24	86,92	4,98	4,76	—	471,98	583,96
Verdaut in g ged. Kartoff..	1058,27	53,82	38,94	—	19,96	—	945,34	1019,12
Verdaut in % .	94,35	70,82	66,68	—	60,12	—	99,93	96,33
Schwein Nr. 2								
Verzehrt . . .	1894,60	200,38	164,17	15,89	63,12	118,49	1496,72	1776,11
Ab Kot 1117,15 g	253,03	47,14	40,11	13,77	43,12	63,57	85,43	189,46
Verdaut . . .	1641,57	153,24	124,06	2,12	20,00	54,92	1411,29	1586,65
Abzug f. Grundfutter . . .	582,15	99,88	85.37	2,12	5,39	—	470,20	577,59
Verdaut in g ged. Kartoff..	1059,42	53,36	38,69	-	14,61	—	941,09	1009,06
Verdaut in % .	94,46	70,21	66,25	—	44,01	—	99,48	95,37
Schwein Nr. 3								
Verzehrt . . .	1894,60	200,38	164,17	15,89	63,12	118,49	1496,72	1776,11
Ab Kot 1087,86 g	257,82	48,52	42,86	11,63	45,58	65,71	86,38	192,11
Verdaut . . .	1636,78	151,86	121,31	4,26	17,54	52,78	1410,34	1584,00
Abzug f. Grundfutter . . .	601,16	102,61	87,20	4,26	5.67	—	470,91	583,45
Verdaut in g ged. Kartoff..	1035,62	49,25	34,11	—	11,87	—	939,43	1000,55
Verdaut in % .	92,33	64,80	58,41	—	35,75	—	99,31	94,57

Auf Grund dieser Berechnungen sind die Nährstoffe der gedämpften Kartoffeln nach sechsmonatiger Kellerlagerung in folgendem Umfange verdaut worden:

Verdauungskoeffizienten für gedämpfte Kartoffeln nach sechsmonatiger Kellerlagerung.

	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extr.-St.	Organ. Subst.
Schwein Nr. 1	94,35	70,82	66,68	—	60,12	99,93	96,33
„ „ 2	94,46	70,21	66,25	- -	44,01	99,48	95,37
„ „ 3	92,33	64,80	58,41	—	35,75	99,31	94,57
Durchschnitt	93,71	68,61	63,78	—	46,63	99,57	95,42

Nach den Ergebnissen dieses Ausnutzungsversuches muß angenommen werden, daß die Nährstoffe der Kartoffeln nach einer sechsmonatigen Lagerung noch mindestens ebenso hoch von Schweinen verdaut werden wie bei im Herbst verfütterten Kartoffeln. Die stickstofffreien Extraktstoffe sind sogar mit 99,93%, 99,48% und 99,31% von allen drei Tieren außerordentlich hoch verdaut worden. Auch die Verdaulichkeit der organischen Substanz lag verhältnismäßig hoch, während Rohprotein und Reineiweiß die gleiche Verdaulichkeit wie die im Herbst gedämpften Kartoffeln zeigten. Die Verdaulichkeit der Trockensubstanz war bei den gelagerten Kartoffeln um 3% höher.

Zu ähnlichen Untersuchungsergebnissen kam Flegel (6) bei seinen Versuchen über die Verdaulichkeit der Kartoffelnährstoffe am Hammel. Die Hammel verdauten die stickstofffreien Extraktstoffe des Ausgangsmaterials mit 85,4%; nach neunmonatiger Lagerung der Kartoffeln wurden die stickstofffreien Extraktstoffe zu 93,8% ausgenutzt. Flegel weist darauf hin, daß die Ursache nicht in der Verwendung eines zweiten Hammels zu suchen ist, da diese Erscheinung auch bei einem schon früher verwendeten Versuchshammel beobachtet wurde. Eine Erklärung für diese Tatsache wurde nicht gegeben.

Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen stehen die von K. Müller (23) durchgeführten Ausnutzungsversuche an Schweinen. Nach diesen Versuchen sinkt die gute Verdaulichkeit der Kartoffeln nach einer Lagerung bis Ende September auf die für die Mast der Schweine gerade noch zulässige Mindestverdaulichkeit der Futtermittel von 80%. Die weniger gute Verdaulichkeit der gelagerten Kartoffeln wird auf den großen Verlust an Stärke und organischer Substanz zurückgeführt, sowie auf die Veränderungen, die die einzelnen Nährstoffe während der Lagerung erleiden. Die leichtlöslichen Nährstoffe werden durch Keimung und Atmung zuerst verbraucht, so daß nur die schwerlöslichen und schwerverdaulichen Nährstoffe zurückbleiben. Es wird aber darauf hingewiesen, daß die Ergebnisse der Göttinger Ausnutzungsversuche nicht unmittelbar zu vergleichen sind, da es sich um Kartoffeln verschiedener Herkunft gehandelt hat.

Im hiesigen Institut wurden von Queißer (28) Verdauungsversuche mit rohen Zuckerrüben durchgeführt. Queißer kam zu der Schlußfolgerung, daß Zuckerrüben nach einer Lagerungszeit von vier Monaten noch die gleich hohe Verdaulichkeit besitzen wie frisch im Herbst geerntete Zuckerrüben.

e) Ausnutzungsversuch mit gedämpften Kartoffeln nach sechsmonatiger Lagerung in der Miete und nach einmonatiger Lagerung im Keller.

V. Periode.

Grundfutter + gedämpfte Kartoffeln.

Vom 8. bis 17. Mai 1937.

Drei Versuchstiere.

Dieser Versuch wurde durchgeführt, um die Verdaulichkeit der in der Miete gelagerten Kartoffeln zu bestimmen. Gleichzeitig sollte festgestellt werden, ob die Verdaulichkeit der in der Miete gelagerten Kartoffeln gleich der Verdaulichkeit der im Keller gelagerten Kartoffeln gesetzt werden kann. Ferner gestattet der Versuch einen weiteren Vergleich der Verdaulichkeit der Kartoffelnährstoffe im Herbst mit der Verdaulichkeit der Kartoffelnährstoffe nach einer längeren Lagerungszeit. Während der Periode verzehrten die Tiere je Tag 800 g Gerstenschrot, 100 g Dorschmehl und 4000 g gedämpfte Kartoffeln. Diese Mengen wurden mit 1 Liter Wasser verrührt und verfüttert. Mit dem Futter verzehrten die Schweine täglich 1861,34 g Trockensubstanz. Die Vollanalysen der in dieser Periode verabreichten Futtermittel hatten folgendes Ergebnis:

Analysen in % Ursubstanz.

	Wasser	Trck.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Amide	Roh fett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-Stoffe	Org. Subst.
Gerstenschrot . .	13,93	86,07	9,22	8,38	0,84	1,49	4,20	2,75	68,41	83,32
Dorschmehl . . .	14,82	85,18	48,20	38,38	9,82	0,85	—	36,13	—	49,05
Ged. Kartoffeln . .	72,81	27,19	1,86	1,40	0,46	0,07	0,82	1,86	22,58	25,33

Der Trockensubstanzgehalt des verfütterten Gerstenschrotes wurde mit 86,07%, der des Dorschmehls mit 85,18% und der der gedämpften Kartoffeln mit 27,19% festgestellt. Auf Trockensubstanz bezogen betrug der Gehalt an Nährstoffen:

Analysen der Trockensubstanz.

	Trck.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Amide	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-Stoffe	Organ. Subst.
Gerstenschrot .	100	10,71	9,74	0,97	1,73	4,88	3,20	79,48	96,80
Dorschmehl . .	100	56,59	45,06	11,53	1,00	—	42,42	—	57,58
Ged. Kartoffeln	100	6,84	5,15	1,69	0,26	3,02	6,84	83,04	93,16

Mit dem Futter nahmen die Tiere täglich an Nährstoffen auf:

	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-St.	Organ. Subst.
800 g Gerstenschrot	688,56	73,76	67,04	11,92	33,60	22,00	547,28	666,56
100 g Dorschmehl	85,18	48,20	38,38	0,85	—	36,13	—	49,05
4000 g ged. Kartoffeln	1087,60	74,40	56,00	2,80	32,80	74,40	903,20	1013,20
Gesamtaufnahme	1861,34	196,36	161,42	15,57	66,40	132,53	1150,48	1728,81

Die Stalltemperaturen, die Lebendgewichtsentwicklung, sowie die ausgeschiedenen Harn- und Kotmengen während des Hauptversuches sind für die einzelnen Tiere in nachfolgender Übersicht zusammengestellt:

Schwein Nr. 1.

Periode V. Grundfutter + ged. Kartoffeln (Miete).

Datum 1937	Stall-temperatur °C	Lebend-gewicht kg	Wasser zum Futter l	Harn l	Kot frisch g	Kot lufttrocken g
8. Mai	16	143,0	1	2,95	1070,40	286,75
9. „	17	—	1	2,75	1473,60	388,60
10. „	17	—	1	2,35	686,05	177,95
11. „	17	—	1	2,35	1107,15	310,10
12. „	18	—	1	2,35	724,85	199,15
13. „	19,5	—	1	2,75	1185,40	319,55
14. „	18,5	—	1	2,2	1063,15	283,20
15. „	17,5	—	1	2,5	1118,00	296,80
16. „	18	—	1	2,1	1077,40	299,40
17. „	19,5	144,5	1	2,2	756,20	204,25
Im Mittel	17,8	143,75	1	2,45	1026,22	276,58

Schwein Nr. 2.

Periode V. Grundfutter + ged. Kartoffeln (Miete).

Datum 1937	Stall-temperatur °C	Lebend-gewicht kg	Wasser zum Futter l	Harn l	Kot frisch g	Kot lufttrocken g
8. Mai	16	147,0	1	2,8	1697,10	406,75
9. „	17	—	1	2,4	1031,60	247,65
10. „	17	—	1	2,25	942,70	224,00
11. „	17	—	1	1,4	1161,85	300,90
12. „	18	—	1	1,75	816,80	194,25
13. „	19,5	—	1	2,15	1054,50	288,90
14. „	18,5	—	1	1,55	1371,15	362,00
15. „	17,5		1	2,45	958,30	226,35
16. „	18	—	1	2,15	1874,70	428,70
17. „	19,5	148,5	1	1,55	1046,60	247,00
Im Mittel	17,8	147,75	1	2,05	1195,53	292,65

Schwein Nr. 3.

Periode V. Grundfutter + ged. Kartoffeln (Miete).

Datum 1937	Stall-temperatur °C	Lebend-gewicht kg	Wasser zum Futter l	Harn l	Kot frisch g	Kot lufttrocken g
8. Mai	16	141,0	1	2,5	1210,70	306,15
9. „	17	—	1	2,35	1225,50	321,35
10. „	17	—	1	2.4	834,75	213,50
11. „	17	—	1	2,2	993,85	277,05
12. „	18	—	1	2,25	1436,60	400,85
13. „	19,5	—	1	2,1	552,10	153,55
14. „	18,5	—	1	2,75	1152,65	312,10
15. „	17,5	—	1	2,85	1053,90	276,20
16. „	18	—	1	2,5	1161,10	303,65
17. „	19,5	143,0	1	2,25	717,75	178,15
Im Mittel	17,8	142,0	1	2,42	1033,89	274,26

Die im Tagesdurchschnitt ausgeschiedenen Kotmengen wogen frisch 1026,22 g, 1195,53 g und 1033,89 g; lufttrocken 276,58 g, 292,65 g und 274,26 g. Nach der chemischen Untersuchung ergab sich folgende Zusammensetzung in der Ursubstanz:

Kotanalysen in % Ursubstanz.

	Wasser	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Amide	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-Stoffe	Org. Subst.
Schwein Nr. 1	74,35	25,65	4,53	4,04	0,49	1,47	4,31	7,18	8,16	18,47
„ „ 2	76,68	23,32	4,40	3,81	0,59	1,41	3,79	6,36	7,36	16,96
„ „ 3	74,69	25,31	4,37	3,76	0,61	1,32	4,12	7,33	8,17	17,98

Der Trockensubstanzgehalt des frischen Kotes stellt sich im Durchschnitt dieser Periode auf 25,65% bei Schwein Nr. 1, auf 23,32% bei Schwein Nr. 2 und auf 25,31% bei Schwein Nr. 3.

Berechnung der Verdaulichkeit der Nährstoffe.

	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-St.	Organ. Subst.
Schwein Nr. 1								
Verzehrt . . .	1861,34	196,36	161,42	15,57	66,40	132,53	1450,48	1728,81
Ab Kot 1026,22 g	263,23	46,49	41,46	10,71	44,23	73,68	88,12	189,55
Verdaut . . .	1598,11	149,87	119,96	4,86	22,17	58,85	1362,36	1539,26
Abzug f. Grundfutter . . .	599,57	100,25	86,63	4,86	5,35	—	473,18	583,64
Verd. in g ged. Kartoffeln . .	998,54	49,62	33,33	—	16,82	—	889,18	955,62
Verdaut in % .	91,81	66,69	59,52	—	51,28	—	98,45	94,32
Schwein Nr. 2								
Verzehrt . . .	1861,34	196,36	161,42	15,57	66,40	132,53	1450,48	1728,81
Ab Kot 1195,53 g	278,80	52,60	45,55	13,50	45,31	76,04	91,35	202,76
Verdaut . . .	1582,54	143,76	115,87	2,07	21,09	56,49	1359,13	1526,05
Abzug f. Grundfutter . . .	582,70	97,93	85,08	2,07	6,06	—	471,81	577,87
Verd. in g ged. Kartoffeln . .	999,84	45,83	30,79	—	15,03	—	887,32	948,18
Verdaut in %	91,93	61,60	54,98	—	45,82	—	98,24	93,58
Schwein Nr. 3								
Verzehrt . . .	1861,34	196,36	161,42	15,57	66,40	132,53	1450,48	1728,81
Ab Kot 1033,89 g	261,68	45,18	38,87	11,42	42,60	75,78	86,70	185,90
Verdaut . . .	1599,66	151,18	122,55	4,15	23,80	56,75	1363,78	1542,91
Abzug f. Grundfutter . . .	601,74	100,62	86,91	4,15	6,37	—	471,84	582,98
Verd. in g ged. Kartoffeln . .	997,92	50,56	35,64	—	17,43	—	891,94	959,93
Verdaut in % .	91,75	67,96	63,64	—	53,14	—	98,75	94,74

Hiernach sind die Nährstoffe der über Winter in der Miete gelagerten Kartoffeln wie folgt verdaut worden:

Verdauungskoeffizienten für gedämpfte Kartoffeln nach sechsmonatiger Mietenlagerung und einmonatiger Kellerlagerung.

	Trocken-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extr.-St.	Organ. Subst.
Schwein Nr. 1	91,81	66,69	59,52	—	51,28	98,45	94,32
„ „ 2	91,93	61,60	54,98	—	45,82	98,24	93,58
„ „ 3	91,75	67,96	63,64	—	53,14	98,75	94,74
Im Durchschnitt	91,83	65,42	59,38	—	50,08	98,48	94,21

Auch bei diesem Versuch zeigt sich eine verhältnismäßig hohe Verdaulichkeit der stickstofffreien Extraktstoffe und der organischen Substanz. Die Verdauungswerte der stickstofffreien Extraktstoffe liegen bei allen Tieren über 98%. Rohprotein und Reineiweiß sind gleich gut verdaut worden. Gegenüber den im Keller gelagerten Kartoffeln sind die wertbestimmenden Bestandteile, die Kohlehydrate und die organische Substanz übereinstimmend um etwa 1% geringer, gegenüber den frischen Kartoffeln aber um etwa 1% höher verdaut worden. Die Untersuchungsergebnisse beweisen auch in diesem Falle, daß die durch Lagerung eingetretenen Nährstoffverluste und Nährstoffumsetzungen keine verminderte Verdauung bedingen. Die Verdauungskoeffizienten der in der Miete gelagerten Kartoffeln liegen etwa zwischen den Verdauungskoeffizienten der frischen Kartoffeln und der im Keller eingelagerten Kartoffeln. Die übereinstimmend höhere Verdaulichkeit der Nährstoffe der gelagerten Kartoffeln kann vielleicht auf die chemisch-physiologischen Veränderungen in den Kartoffeln zurückgeführt werden. die die Zellwände angreifen. Den Verdauungssäften wird dadurch ein geringer Widerstand entgegengesetzt. Von praktischer Bedeutung ist dieser Unterschied jedoch nicht.

Die Ergebnisse der drei Untersuchungen mit gedämpften Kartoffeln können dahin zusammengefaßt werden, daß die Nährstoffe der gelagerten Kartoffeln noch ebenso gut von den Schweinen verdaut werden wie die Nährstoffe der frischen Kartoffeln im Herbst.

Die Verdaulichkeit der Nährstoffe in gedämpften Kartoffeln.

	Trocken-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extr.-St.	Organ. Subst.
Ged. Kartoffeln (im Herbst) . . .	90,73	67,88	64,53	—	68,00	96,93	93,76
Ged. Kartoff. (nach sechsmonatiger Kellerlagerung)	93,71	68,61	63,78	—	46,63	99,57	95,42
Ged. Kartoff. (nach sechsmon. Mietenlagerung und einmon. Kellerlagerung) . . .	91,83	65,42	59,38	—	50,08	98,48	94,21

f) Ausnutzungsversuch mit eingesäuerten Kartoffeln nach achtmonatiger Aufbewahrung.

VI. Periode.

Grundfutter + eingesäuerte Kartoffeln.

Vom 21. bis 30. Juni 1937.

Zwei Versuchstiere.

Die für den Ausnutzungsversuch benötigten Mengen an Sauerkartoffeln wurden einem Aurich-Stahlsilo, der am 20. Oktober 1936 gefüllt war, entnommen. Während der Periode erhielten die Tiere täglich 800 g Gerstenschrot, 100 g Dorschmehl und 4000 g Sauerkartoffeln, die mit 1 Liter Wasser angefeuchtet wurden. Mit dem Futter verzehrten die Tiere 1828,90 g Trockensubstanz. Die chemische Untersuchung der Futtermittel hatte folgendes Ergebnis:

Analysen in % Ursubstanz.

	Wasser	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Amide	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-Stoffe	Org. Subst.
Gerstenschrot . .	12,73	87,27	9,54	8,81	0,73	1,30	3,65	2,39	70,39	84,88
Dorschmehl . . .	14,06	85,94	50,57	41,80	8,77	0,88	—	34,49	—	51,45
Sauerkartoffeln . .	73,88	26,12	1,86	1,43	0,43	0,05	0,70	1,41	22,10	24,71

Der Trockensubstanzgehalt des Gerstenschrotes betrug in diesem Versuch 87,27%, der des Dorschmehls 85,94% und der der eingesäuerten Kartoffeln 26,12%. In der Trockensubstanz waren in % enthalten:

Analysen der Trockensubstanz.

	Trock. Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Amide	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-Stoffe	Organ. Subst.
Gerstenschrot .	100	10,93	10,10	0,83	1,49	4,18	2,74	80,66	97,26
Dorschmehl . .	100	58,86	48,66	10,20	1,02	—	40,15	—	59,85
Sauerkartoffeln	100	7,12	5,47	1,65	0,19	2,68	5,40	84,61	94,60

Außer den Vollanalysen wurde regelmäßig der Säuregehalt der Kartoffeln und die pH-Zahl (Chinhydron-Elektrode) bestimmt.

	Probe I	II	III	IV	V	Mittel
Milchsäure	1,175	1,499	1,066	1,271	1,278	1,258
Freie Essigsäure	0,249	0,255	0,711	0,329	0,528	0,414
Gebundene Essigsäure . .	0,016	0,059	0,033	0,015	0,049	0,034
Freie Buttersäure	—	—	—	Spuren	—	—
Gebundene Buttersäure . .	—	—	—	Spuren	—	—
Ammoniakstickstoff . . .	0,008	0,014	0,013	0,013	0,014	0,012
pH-Zahl	3,88	3,79	3,88	3,80	3,84	3,84

Die Kartoffelsilage war nach Aussehen und nach der pH-Zahl beurteilt vorzüglich gelungen.

Mit dem Futter nahmen die Tiere täglich an Nährstoffen auf:

	Trock.-Subst.	Rohprot.	Rein-prot.	Rohfett	Roh-faser	Asche	N-freie Extr. St	Organ. Subst.
800 g Gerstenschrot . . .	698,16	76,32	70,48	10,40	29,20	19,12	563,12	679,04
100 g Dorschm.	85,94	50,57	41,80	0,88	—	34,49	—	51,45
4000 g Sauerkartoffeln . .	1044,80	74,40	57,20	2,00	28,00	56,40	884,00	988,40
Gesamtaufnahme . . .	1828,90	201,29	169,48	13,28	57,20	110,01	1447,12	1718,89

Die Stalltemperaturen, die Lebendgewichtsentwicklung der Tiere, die täglich ausgeschiedenen Harn- und Kotmengen sind aus den folgenden Tabellen zu ersehen:

Schwein Nr. 1.

Periode VI. Grundfutter + eingesäuerte Kartoffeln.

Datum 1937	Stall-temperatur °C	Lebend-gewicht kg	Wasser zum Futter l	Harn l	Kot frisch g	Kot lufttrocken g
21. Juni	18,5	155,5	1	2,8	1089,70	274,00
22. „	18	—	1	2,9	884,00	224,50
23. „	19	—	1	1,95	906,90	237,25
24. „	21,5	—	1	1,7	862,75	223,15
25. „	21,5	—	1	2,4	695,60	184,50
26. „	19	—	1	2,5	1317,90	351,50
27. „	20	—	1	2,4	995,30	243,00
28. „	22	—	1	2,2	675,20	175,10
29. „	23	—	1	2,2	765,50	205,25
30. „	21	157,5	1	2,3	1499,70	398,25
Im Mittel	20,35	156,5	1	2,34	969,26	251,65

Schwein Nr. 3.

Periode VI. Grundfutter + eingesäuerte Kartoffeln.

Datum 1937	Stall-temperatur °C	Lebend-gewicht kg	Wasser zum Futter l	Harn l	Kot frisch g	Kot lufttrocken g
21. Juni	18,5	155,0	1	3,05	1261,80	328,40
22. „	18	—	1	2,2	822,40	222,75
23. „	19	—	1	3,05	1489,30	381,25
24. „	21,5	—	1	1,75	693,20	181,50
25. „	21,5	—	1	1,6	719,10	169,75
26. „	19	—	1	2,4	1421,20	351,25
27. „	20	—	1	2,8	823,50	200,00
28. „	22	—	1	2,1	879,00	218,25
29. „	23	—	1	2,6	912,40	234,00
30. „	21	157,0	1	1,9	1318,65	336,00
Im Mittel	20,35	156,0	1	2,35	1034,06	262,32

Die im Durchschnitt täglich ausgeschiedenen Kotmengen wogen in der vorliegenden Periode frisch 969,26 g, 1034,06 g; lufttrocken 251,65 g und 262,32 g. Die prozentische chemische Zusammensetzung des Kotes betrug in der Ursubstanz:

Kotanalysen in % Ursubstanz.

	Wasser	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Amide	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-Stoffe	Org. Subst.
Schwein Nr. 1	75,25	24,75	4,59	3,95	0,64	1,59	4,10	6,14	8,33	18,61
„ „ 3	75,80	24,20	4,65	3,98	0,67	1,33	4,07	6,07	8,08	18,13

Der Trockensubstanzgehalt des frischen Kotes wurde nach den Analysen bei Schwein Nr. 1 zu 24,75% und bei Schwein Nr. 3 zu 24,20% ermittelt.

Berechnung der Verdaulichkeit der Nährstoffe.

	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	Asche	N-freie Extr.-St.	Organ. Subst.
Schwein Nr. 1								
Verzehrt . . .	1828,90	201,29	169,48	13,28	57,20	110,01	1447,12	1718,89
Ab Kot 969,26 g	239,89	44,49	38,29	8,99	39,74	59,51	87,16	180,38
Verdaut . . .	1589,01	156,80	131,19	4,29	17,46	50,50	1359,96	1538,51
Abzug f. Grundf.	607,60	104,30	92,27	4,29	4,65	—	479,67	592,91
Verd. ing eingesäuerte Kart.	981,41	52,50	38,92	—	12,81	—	880,29	945,60
Verdaut in % .	93,93	70,56	68,04	—	45,75	—	99,58	95,67
Schwein Nr. 3								
Verzehrt . . .	1828,90	201,29	169,48	13,28	57,20	110,01	1447,12	1718,89
Ab Kot 1034,06 g	250,24	48,08	41,16	9,61	42,09	62,77	87,69	187,47
Verdaut . . .	1578,66	153,21	128,32	3,67	15,11	47,24	1359,43	1531,42
Abzug f. Grundf.	609,79	104,68	92,56	3,67	5,54	—	478,60	592,49
Verd. ing eingesäuerte Kart.	968,87	48,53	35,76	—	9,57	—	880,83	938,93
Verdaut in % .	92,73	65,63	62,52	—	34,18	—	99,64	94,99

Diesen Berechnungen zur Folge sind die Nährstoffe der im Herbst eingesäuerten Kartoffeln nach achtmonatiger Aufbewahrung im folgenden Umfange verdaut worden:

	Trocken-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extr.-St.	Organ. Subst.
Schwein Nr. 1	93,93	70,56	68,04	—	45,75	99,58	95,67
„ „ 3	92,73	65,63	62,52	—	34,18	99,64	94,99
Im Durchschnitt	93,33	68,10	65,28	—	39,97	99,61	95,33

Das Ergebnis des Versuches beweist einwandfrei die hohe Verdaulichkeit der eingesäuerten Kartoffeln. Sämtliche Nährstoffe wurden von den Tieren übereinstimmend gut ausgenützt. Im Gegensatz zu den Untersuchungsergebnissen der im Herbst gedämpften Kartoffeln ist die Verdaulichkeit sogar etwas verbessert worden. Die stickstofffreien Extraktstoffe wurden mit 99,61% fast vollständig verdaut. Eine vorzügliche Verdaulichkeit ergab sich auch für Rohprotein und Reineiweiß mit 68,10% bzw. 65,28%. Die

Rohfaser ist zwar weniger hoch verdaut worden, was bei dem geringen Gehalt der Kartoffeln an Rohfaser jedoch keine große Rolle spielen kann. Im Vergleich zu den gelagerten Kartoffeln und den Kartoffelflocken sind die eingesäuerten Kartoffeln gleichwertig ausgenutzt. Es sind infolgedessen die Sauerkartoffeln mit zu den höchstverdaulichen Futtermitteln zu rechnen.

Vergleicht man die frischen, im Herbst gedämpften Kartoffeln mit denen auf verschiedene Art gelagerten und konservierten Kartoffeln hinsichtlich der Verdauungswerte, so ergeben sich für die Verwendung in der Schweinefütterung keine praktischen Unterschiede. Zur besseren Übersicht sind die Ergebnisse der Untersuchungen zusammengestellt.

Die Verdaulichkeit der Kartoffelnährstoffe nach Versuchen an Schweinen:

	Trocken-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extr.-St.	Organ. Subst.
Ged. Kartoffeln (im Herbst)	90,73	67,88	64,53	—	68,00	96,93	93,76
Kartoffelflocken .	95,30	69,95	60,30	—	26,41	99,38	95,59
Ged. Kartoff. (nach sechsmonatiger Kellerlagerung .	93,71	68,61	63,78	—	46,63	99,57	95,42
Ged. Kartoff. (nach sechsm. Mietenlagerung u. einm. Kellerlagerung .	91,83	65,42	59,38	—	50,08	98,48	94,21
Einges. Kartoffeln (nach achtmon. Aufbewahrung) .	93,33	68,10	65,28	—	39,97	99,61	95,33

II. Die Erhaltung der Roh- und verdaulichen Nährstoffe bei der Aufbewahrung in Keller und Miete.

a) Die Umsetzungsvorgänge bei der natürlichen Lagerung der Kartoffeln.

Auf Grund der bisherigen Untersuchungsergebnisse könnten die verdaulichen Nährstoffe aus den Rohnährstoffen berechnet werden. Bevor jedoch darauf eingegangen wird, sollen die Umsetzungsvorgänge, die bei der Lagerung der Kartoffeln eintreten, besprochen werden.

Es sind nicht nur chemisch-physiologische Umsetzungen durch Atmung, die die Nährstoffverluste der Kartoffeln hervorrufen, sondern in erster Linie Fäulnis und Keimungsvorgänge. In trockenen Lagerungsräumen treten erhebliche Gewichtsverluste dadurch auf, daß die Kartoffeln durch Verdunstung große Wassermengen verlieren. Auf die Nährstoffmenge der Kartoffeln hat dieser Verdunstungsvorgang selbstverständlich keinen Einfluß. Bei den durchgeführten Untersuchungen mußte jedoch diese Erscheinung mit berücksichtigt werden, da bei dem hohen Wassergehalt der Kartoffeln eine ständige Verdunstung stattfinden konnte.

Nach den umfangreichen Untersuchungen von Müller-Thurgau (24, 25) beruhen die Nährstoffverluste der Kartoffeln auf der Überführung

der Stärke in Zucker durch ein der Diastase ähnliches Enzym und Veratmung des gebildeten Zuckers durch die Lebenstätigkeit der Zellen. Die Veratmung der Stärke wird um so größer sein, je höher die Temperatur ansteigt, und um so niedriger, je näher sie an die Temperatur von 0° C herankommt. Nach Saare (32) wird die Verdunstung und die Veratmung besonders rege, wenn die Temperaturgrenze von 9° C überschritten wird.

Greisenegger und Neudecker (16) fanden jedoch keine strenge Parallelität zwischen der Temperatur und den durch Atmung und Verdunstung veranlaßten Gewichtsverlusten der Kartoffeln. Nach den beiden Autoren können die im Frühjahr stärker ansteigenden Gewichtsverluste nicht allein durch die gegenüber den früheren Zeitabschnitten festgestellte geringe Temperaturerhöhung erklärt werden, sondern es müssen noch andere Momente eine große Rolle spielen, die später besprochen werden. Der Einfluß der Umgebungstemperatur auf den Verbrauch an organischer Substanz bei der Atmung der Kartoffelknollen konnte durch die Ausschaltung der Einwirkung der Düngung, der Sorte und der verschiedenen Wachstumsfaktoren festgestellt werden. Müller-Thurgau (25) ermittelte zu diesem Zweck die Kohlensäureausgabe derselben Kartoffeln bei verschiedenen Temperaturen. Diese betrug in der Stunde bei 20° C 10,5 mg, bei 10° C 4,5 mg und bei 0° C 2,5 mg. Es zeigte sich, daß die Knollen eine dauernde Atmung unterhalten, die um so größer ist, je höher die Temperatur im Lagerraum ansteigt. Größeren Einfluß auf die Atmungstätigkeit dürften ferner die Helligkeit und die Luftfeuchtigkeit des Lagerraumes ausüben.

Auf den Umfang der Verluste können nur Rückschlüsse gezogen werden. Zur direkten Bestimmung müßten komplizierte Apparaturen konstruiert werden, da die einzelnen Vorgänge unabhängig zur gleichen Zeit nebeneinander verlaufen. Zu Gewichtsverlusten führt nach Müller-Thurgau (25) nur der Vorgang der Wasserverdunstung und die Veratmung des Zuckers zu Kohlendioxyd und Wasser, während die Umwandlung der Stärke in Zucker das Gewicht der Kartoffeln nicht zu beeinflussen vermag. Der Trockensubstanzgehalt und der Stärkegehalt der Kartoffeln können infolgedessen wichtige Hinweise geben, welcher Vorgang bei der Lagerung der Kartoffeln überwiegt, ob die Verdunstung oder die Veratmung. Überwiegt die Verdunstung, so steigt der Trockensubstanzgehalt und der Stärkegehalt der Kartoffeln an, überwiegt die Veratmung, so nehmen der Trockensubstanzgehalt und der Stärkegehalt ab. Halten sich sämtliche Vorgänge das Gleichgewicht, so ist der prozentische Gehalt an Stärke und Trockensubstanz der gleiche. Jedoch ist unter normalen Verhältnissen immer mit einem absoluten Verlust an Stärke und an Trockensubstanz zu rechnen. Dieser ist um so größer, je länger die Lagerung dauert und je höher die Lagerungstemperatur ist. Ertel (4) stellte fest, daß die Verdunstung und die Veratmung auch in gewisser Beziehung zum Trockensubstanz- und Stickstoffgehalt, sowie zum prozentischen Gehalt des Stickstoffs in der Trockensubstanz stehen. Nach den Untersuchungen sind Verdunstung und Veratmung im Gleichgewicht,

wenn der Trockensubstanzgehalt gleichbleibt und der prozentische Gehalt des Stickstoffs in der Trockensubstanz ansteigt. Bei der Verdunstung steigt der Trockensubstanzgehalt, und der prozentische Stickstoffgehalt in der Trockensubstanz bleibt gleich. Im Falle der Veratmung sinkt der Trockensubstanzgehalt und der prozentische Anteil des Stickstoffs in der Trockensubstanz steigt an. Übereinstimmend ist von den angeführten Autoren festgestellt worden, daß vorwiegend die leichtlöslichen stickstofffreien Extraktstoffe veratmet worden sind, während das Rohprotein kaum angegriffen wurde.

Die Zuckerbildung dauert nach Müller-Thurgau (25) während der gesamten Lagerungszeit an und wird kaum durch niedrige Temperaturen beeinflußt. Die Veratmung des Zuckers läßt jedoch bei sinkenden Temperaturen langsam nach und hört schließlich ganz auf, bis die Kartoffel bei — 2° C erfriert und abstirbt. Vollzieht sich der Vorgang der Temperaturerniedrigung bis auf 0° C verhältnismäßig langsam, so kommt es zu einer Zuckeranhäufung in den Kartoffeln. Dieser Vorgang ist im übrigen bekannt, es ist die Erscheinung des Süßwerdens der Kartoffel. Die Abkühlung an sich hat auf die Zuckerbildung durchaus keinen Einfluß. Werden im Gegensatz zu dem beschriebenen Vorgang Kartoffeln von 5° C schnell auf eine Temperatur von 2° C abgekühlt, so tritt eine Zuckeranhäufung in den Kartoffeln nicht auf, da keine Zeit zur Zuckerbildung vorhanden ist; die Kartoffeln erfrieren lediglich, werden jedoch nicht süß. Die Zuckerbildung ist demnach ein normaler Vorgang in den Kartoffeln. Werden süßgewordene, aber nicht erfrorene Kartoffeln bei höheren Temperaturen gelagert, so wird der Zucker nach den Untersuchungsergebnissen von Müller-Thurgau (25) veratmet und bis zu vier Fünftel in Stärke zurückverwandelt.

Von gleich großer Bedeutung wie die durch chemisch-physiologische Umsetzungen hervorgerufenen Verluste sind die der Keimungs- und Fäulnisvorgänge. Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß die im Frühjahr einsetzenden hohen Verluste nicht durch die geringe Temperaturerhöhung des Lagerraumes allein erklärt werden können. In viel größerem Maße ist es die Triebkraft der Kartoffeln, aus den aufgespeicherten Reservestoffen Keime zu bilden, um den Lebenszyklus vollenden zu können. In jedem lebenden Organismus sind nach Parow (27) aufbauende und abbauende Kräfte vorhanden, die durch den Zellkern als den Träger des Lebens betätigt werden. Im Frühjahr überwiegen in der Kartoffelknolle die abbauenden Kräfte, die die Stärke für den Aufbau der Keime mobil machen. Sie schreiten selbst bis zur Auflösung der Zellwände vor und greifen das Protoplasma an, so daß der Tod der Kartoffelzelle eintritt. Die Kartoffeln verlieren ihre Straffheit, werden weich und bieten für die verschiedenen Fäulnisbakterien eine vorzügliche Nährstoffgrundlage.

Zusammenfassend kann aus dem Dargelegten gesagt werden, daß eine gewisse Parallelität zwischen der Atmung und den Gewichtsverlusten bestehen muß. Es dürften jedoch im Herbst die Gewichtsverluste der frisch dem feuchten Boden entnommenen Kartoffeln mehr auf Wasserverluste zurück-

zuführen sein, als auf die durch Atmung bedingten Trockensubstanzverluste. Im Frühjahr wird man jedoch umgekehrte Verhältnisse annehmen müssen, da eine verstärkte Veratmung von Stärke einen höheren Trockensubstanzverlust bedingt, während die Wasserverdunstung einen gewissen Ausgleich gefunden hat. Der Trockensubstanzgehalt der Kartoffeln wird sogar wieder abnehmen, wenn man bedenkt, daß bei Atmung Sauerstoff aufgenommen und Kohlensäure und Wasser gebildet wird. Die Kartoffeln werden durch das bei der kräftigen Atmung neugebildete Wasser wasserreicher und verlieren an Festigkeit. Im weiteren Verlauf der Lagerung überwiegen die Verluste durch die Keimungsvorgänge, die bis zur Auflösung der Zellwände und Abtötung des Protoplasmas führen, so daß die Fäulnisbakterien ihre Tätigkeit aufnehmen können. Gegen Ende der Lagerung werden also die Verluste an Fäulnis am größten sein und sämtliche anderen Verluste bei weitem übertreffen.

b) Die Gewichtsveränderungen und die Roh- und verdaulichen Nährstoffe der Kartoffeln.

Außer den älteren Untersuchungen von Wollny (41), Baeßler (1) und v. Freilitzen (7) wurden in neuerer Zeit Versuche über die Gewichtsverluste bei der Lagerung der Kartoffeln von Greisenegger und Neudecker (16), Flegel (6), Kirsch und Jantzon (21) angestellt. Greisenegger und Neudecker untersuchten den Einfluß der Lagerungstemperatur auf die Gewichtsveränderungen der Kartoffeln und verglichen die Knollengröße, die Knollenform und die Schalenbeschaffenheit hinsichtlich der Verluste. Die genannten Autoren fanden, daß die kleineren Kartoffelknollen größere Verluste zeigen als große Knollen; immerhin sind die Unterschiede nicht derart groß, daß sie praktisch ins Gewicht fallen. Im kühlen Lagerungsraum betrug der Verlust der großen Knollen 10,1%, der Verlust der kleinen Knollen dagegen 11,3%. Hinsichtlich der Knollenform und der Schalenbeschaffenheit konnten keine Einflüsse auf die Gewichtsveränderungen der Kartoffeln festgestellt werden. Je wärmer jedoch die Kartoffeln gelagert wurden, um so größer wurden auch die Gewichtsverluste. Sie erreichten bei einer Aufbewahrungstemperatur von 20° C in einem Vierteljahr einen Verlust bis zu 25% der Ausgangsmasse. Kirsch und Jantzon (21) berichteten über die quantitativen Rohnährstoffverluste der Kartoffeln. Nach den Untersuchungen ändert sich die chemische Zusammensetzung in der Trockensubstanz nach einiger Zeit der Lagerung und auch nach beendigter Lagerung nicht sehr wesentlich. Der Stärkegehalt zeigt nur eine geringe Abnahme. Die Unterschiede in den Gewichtsverlusten der eingekellerten und eingemieteten Kartoffeln sind bei etwa gleicher Lagerungstemperatur nicht sehr wesentlich. Es muß jedoch damit gerechnet werden, daß die Kartoffeln bei dieser Aufbewahrungsart nach einer rund zehn Monate dauernden Lagerung mehr als die Hälfte an Masse verlieren. Flegel (6) kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß die Atmungs- und Verdunstungs-

verluste der Kartoffeln im Keller bis April infolge der hohen Temperatur bedeutend höher sind als in der Miete. Hinsichtlich der Verluste durch Keimung und Fäulnis lagen die Verhältnisse umgekehrt. Die Gesamtverluste betrugen bis April bei den in der Miete gelagerten Kartoffeln 14,4%, bei den im Keller gelagerten Kartoffeln bereits 22,4%. Im Verlauf der weiteren Lagerung glichen sich jedoch diese Unterschiede aus, so daß im September sowohl bei den Kartoffeln im Keller als auch bei den Kartoffeln in der Miete ein Gesamtverlust von annähernd 70% zu verzeichnen war. Aus den bisher vorliegenden Versuchen geht hervor, daß die natürliche Lagerung der Kartoffel mit großen Verlusten verbunden ist.

Um einen Vergleich mit den beschriebenen Versuchen zu haben, wurde bei der Anstellung der Versuche in der gleichen Weise vorgegangen. Es wurde eine bestimmte Menge Kartoffeln eingelagert und in regelmäßigen Zeitabständen zurückgewogen.

Die folgende Zusammenstellung zeigt die Gewichtsverluste, die bei der Lagerung der Kartoffeln in der Miete und im Keller eingetreten sind. Gleichzeitig ist der Bestand an Trockensubstanz mitgeteilt worden.

Datum	Kartoffeln		Verlust an Kart.-Gewicht		Trock.-Subst.-Geh.	Trocken-Substanz		Verlust an Trock.-Subst.	
	kg	%	kg	%	%	kg	%	kg	%
Kellerkartoffeln.									
20. Okt. 1936	500,00	100,00	—	—	26,05	130,25	100,00	—	—
9. April 1937	418,50	83,70	81,50	16,30	28,07	117,47	90,19	12,78	9,81
8. Mai 1937	389,00	77,80	111,00	22,20	27,78	108,06	82,96	22,19	17,04
9. Juni 1937	356,50	71,30	143,50	28,70	27,66	98,61	75,71	31,64	24.29
9. Juli 1937	306,00	61,20	194,00	38,80	27,39	83,81	64,35	46,44	35,65
9. Aug. 1937	221,00	44,20	279,00	55,80	27,17	60,05	46,10	70,20	53,90
4. Sept. 1937	84,00	16,80	416,00	83,20	27,15	22,81	17,51	107,44	82,49
Mietenkartoffeln.									
20. Okt. 1936	500,00	100,00	—	—	26,05	130,25	100,00	—	—
9. April 1937	466,50	93,30	33,50	6,70	25,22	117,65	90,33	12,60	9,67
8. Mai 1937	433,00	86,60	67,00	13,40	25,77	111,58	85,67	18,67	14,33
9. Juni 1937	401,50	80,30	98,50	19,70	26,18	105,11	80,70	25,14	19,30
9. Juli 1937	363,00	72,60	137,00	27,40	26,51	96,23	73,88	34,02	26,12
9. August 1937	297,50	59,50	202,50	40,50	27,62	82,17	63,09	48,08	36,91
4. Sept. 1937	174,00	34,80	326,00	65,20	26,49	46,09	35,39	84,16	64,61

Die Gewichtsverluste bei den Kellerkartoffeln sind recht groß. Bis zum April betragen sie bereits 16,30%. Dies ist in der Hauptsache auf die große Wasserverdunstung zurückzuführen, denn der Trockensubstanzgehalt steigt in dieser Zeit von 26,05% auf 28,07% an. Im Verlaufe der weiteren Lagerung nehmen die Verluste regelmäßig zu und zeigen besonders hohe Werte im Juli, August und September. Von 500 kg im Herbst eingelagerter Kartoffeln waren im September nur noch 84 kg vorhanden, 83,20% der ursprünglichen Masse waren damit verlorengegangen. Der Trockensubstanzgehalt stieg infolge der starken Verdunstung bis April stark an, um dann bis zum Schluß der Lagerung etwa auf der gleichen Höhe zu bleiben. In der Zeit von Mai

bis September hat kaum noch eine Verdunstung stattgefunden. Die Verluste sind hauptsächlich auf Veratmung, Keimung und Fäulnis der Kartoffeln zurückzuführen. Mit Hilfe der Gewichtsfeststellungen und der Trockensubstanzbestimmungen ließen sich die Werte für den Bestand an Trockensubstanz in den einzelnen Monaten berechnen. Danach waren 130,25 kg Trockensubstanz mit den Kartoffeln eingelagert. Am 9. April 1937 waren nach einer Lagerung von sechs Monaten noch 90,19% erhalten geblieben. Nach einem weiteren Monat waren noch 82,96% der Trockensubstanz vorhanden, und bereits im Juli sind die Trockensubstanzverluste etwa gleich den Massenverlusten. Nicht ganz so hohe Verluste haben die Mietenkartoffeln aufzuweisen. Dieses beruht auf den geringeren Verlusten in der ersten Zeit der Lagerung. Bis zum April waren erst 6,70% der Kartoffeln zu Verlust gegangen. Nachdem die Kartoffeln im Keller weiter gelagert wurden, nehmen die Verluste aber auch hier sehr schnell zu. Bis Mai sind sie bereits verdoppelt und im September sind nur noch 34,80% der ursprünglichen Masse vorhanden. In Bezug auf die Trockensubstanzverluste bestehen in der ersten Zeit der Lagerung nicht derart große Unterschiede zwischen den Mieten- und Kellerkartoffeln. Auch die Verluste der Mietenkartoffeln an Trockensubstanz sind am Ende der Lagerung bedeutend.

Während der Lagerung wurden die Temperaturen im Keller und in der Miete regelmäßig festgestellt. Es sind die Temperaturen im Durchschnitt von zehn Tagen berechnet worden und die tiefste und höchste Temperatur in diesem Abschnitt angegeben.

Datum	Kellertemperatur			Mietentemperatur		
	durchschnittl. °C	tiefste °C	höchste °C	durchschnittl. °C	tiefste °C	höchste °C
20.—31. 10. 1936	12,2	11,0	13,5	10,0	8,0	13,5
1.—10. 11. 1936	11,2	10,5	11,5	6,7	5,0	9,5
11.—20. 11. 1936	10,7	9,0	11,5	5,7	3,0	8,0
21.—30. 11. 1936	6,8	5,5	8,0	3,2	3,0	3,5
1.—10. 12. 1936	7,7	6,0	8,0	3,0	2,5	4,0
11.—20. 12. 1936	7,9	6,0	10,5	3,9	2,5	6,0
21.—31. 12. 1936	7,7	7,0	8,0	4,5	4,0	5,5
1.—10. 1. 1937	8,5	6,0	10,0	5,0	4,0	6,0
11.—20. 1. 1937	5,6	3,5	7,0	3,2	2,5	4,0
21.—31. 1. 1937	6,5	6,0	7,0	2,1	1,7	2,5
1.—10. 2. 1937	7,9	6,5	8,5	1,9	1,6	2,3
11.—20. 2. 1937	8,5	8,0	9,0	3,2	2,6	4,0
21.—28. 2. 1937	7,8	7,0	8,5	3,1	2,8	3,8
1.—10. 3. 1937	7,1	6,5	8,0	3,4	3,1	4,0
11.—20. 3. 1937	8,8	7,0	10,0	4,4	3,0	5,1
21.—31. 3. 1937	8,5	7,5	9,0	4,0	2,0	5,1
1.—10. 4. 1937	10,1	9,0	11,0	6,0	3,0	8,0
Im Mittel:	8,4	—	—	4,3	—	—

Um ein vollständiges und anschauliches Bild über die Beziehungen der Lagerungstemperatur zu den Verlusten zu gewinnen, sind auch die Temperaturen nach der gemeinsamen Lagerung der eingekellerten und eingemieteten Kartoffeln vom April bis September angegeben worden.

Datum	Kellertemperatur durchschnittl. °C	tiefste °C	höchste °C
11.—20. 4. 1937	10,5	10,0	11,0
21.—30. 4. 1937	10,3	9,8	10,9
1.—10. 5. 1937	11,7	10,8	12,2
11.—20. 5. 1937	13,3	12,7	14,0
21.—31. 5. 1937	14,6	14,1	15,1
1.—10. 6. 1937	15,0	14,5	16,0
11.—20. 6. 1937	15,7	14,9	16,4
21.—30. 6. 1937	14,9	14,1	15,6
1.—10. 7. 1937	15,9	15,0	16,5
11.—20. 7. 1937	15,7	15,0	16,2
21.—31. 7. 1937	16,5	16,0	17,0
1.—10. 8. 1937	17,1	16,8	17,5
11.—20. 8. 1937	16,9	16,2	17,5
21.—31. 8. 1937	16,8	16,1	17,0
1.— 4. 9. 1937	17,1	17,0	17,2
Im Mittel:	14,8	—	—

Es zeigt sich, daß die Lagerung in der Miete unter niedrigeren Temperaturen stattgefunden hat als im Keller. Im Durchschnitt der ersten Lagerungsperiode wurden in der Miete 4,3° C gemessen, die Kellertemperaturen lagen mit 8,4° C etwa doppelt so hoch. Daraus erklären sich die geringeren Gewichtsverluste der eingemieteten Kartoffeln ohne weiteres. In der zweiten Periode der Lagerung traten unter gleichen Bedingungen bei den eingemieteten Kartoffeln ebenfalls größere Verluste auf. Es erreichten jedoch die Verluste der eingemieteten Kartoffeln nie die Höhe der eingekellerten, so daß bis zum Ende der Lagerung ein Einfluß der Mietenlagerung angenommen werden muß.

Soweit die Verluste durch Keimung und Fäulnis, Veratmung und Verdunstung gewichtsmäßig festgestellt werden konnten, sollen sie im folgenden mitgeteilt werden:

Datum	Kart. kg	Abgang durch Fäulnis kg	%	Abgang durch Keimung kg	%	Verlust d. Verdunst. u. Atmung kg	%	Summe kg	Gesamtverluste kg	%
Kellerkartoffeln.										
20. Oktober 1936	500,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9. April 1937	418,50	4,00	0,80	27,00	5,40	50,50	10,10	81,50	81,50	16,30
8. Mai 1937	389,00	7,50	1,50	12,00	2,40	10,00	2,00	29,50	111,00	5,90
9. Juni 1937	356,50	10,00	2,00	14,00	2,80	8,50	1,70	32,50	143,50	6,50
9. Juli 1937	306,00	20,50	4,10	19,00	3,80	11,00	2,20	50,50	194,00	10,10
9. August 1937	221,00	45,00	9,00	24,00	4,80	16,00	3,20	85,00	279,00	17,00
4. September 1937	84,00	115,60	23,12	5,50	1,10	15,90	3,18	137,00	416,00	27,40
Mietenkartoffeln.										
20. Oktober 1936	500,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9. April 1937	466,50	2,50	0,50	12,00	2,40	19,00	3,80	33,50	33,50	6,70
8. Mai 1937	433,00	2,00	0,40	18,00	3,60	13,50	2,70	33,50	67,00	6,70
9. Juni 1937	401,50	1,50	0,30	19,50	3,90	10,50	2,10	31,50	98,50	6,30
9. Juli 1937	363,00	6,00	1,20	18,50	3,70	14,00	2,80	38,50	137,00	7,70
9. August 1937	297,50	13,50	2,70	32,00	6,40	20,00	4,00	65,50	202,50	13,10
4. September 1937	174,00	86,70	17,34	8,60	1,72	28,20	5,64	123,50	326,00	24,70

Auch hier zeigt sich deutlich die bessere Haltbarkeit der in der Miete gelagerten Kartoffeln, insbesondere kommt dies durch den Abgang an faulen Kartoffeln zum Ausdruck. Durch die etwas kühlere Mietenlagerung war der Verlust durch Keimung in den Wintermonaten nicht ganz so hoch gewesen. Mit der Einlagerung in dem wärmeren Keller setzt jedoch auch bei den eingemieteten Kartoffeln ein stärkerer Keimungsverlust ein. Im letzten Monat der Lagerung ging übereinstimmend bei den eingekellerten wie bei den eingemieteten Kartoffeln der größte Prozentsatz durch Fäulnis verloren. Im Vergleich zu den eingekellerten sind bei den eingemieteten Kartoffeln die Werte für Verdunstung und Atmung von April ab auffallend hoch. Dieses ist nur auf eine stärkere Verdunstung zurückzuführen, die in dem ansteigenden Trockensubstanzgehalt zum Ausdruck kommt.

Einen einwandfreien Vergleich der Atmungsverluste bieten die Stärke- (2, 37) und Zuckerbestimmungen (27). Im Verlauf der Lagerung wurden zwei Zuckerbestimmungen (nach Saare, 27) durchgeführt: Am 20. Oktober 1936 zu Beginn der Lagerung und am 9. April 1937 am Ende der Winterlagerung. Die Zuckerbestimmungen der in der Miete gelagerten Kartoffeln zeigten übereinstimmende Werte, während bei den eingekellerten Kartoffeln eine geringe Steigerung festgestellt wurde. Es ist anzunehmen, daß infolge der höheren Kellertemperaturen eine stärkere Zuckerbildung stattgefunden hat.

Datum	Zuckergehalt in 100% Trockensubstanz	Trockensubstanz der Kartoffeln	Zuckergehalt der Kartoffeln
Zuckergehalt der Kellerkartoffeln.			
20. 10. 1936	2,50	26,05	0,65
9. 4. 1937	3,14	28,07	0,88
Zuckergehalt der Mietenkartoffeln.			
20. 10. 1936	2,50	26,05	0,65
9. 4. 1937	2,42	25,22	0,61

Die folgende Gegenüberstellung zeigt außer dem Trockensubstanz- und Stärkegehalt der Kartoffeln die Stärke in 100 Teilen Trockensubstanz und den Bestand der Stärke in den einzelnen Monaten nach Abzug des Verlustes in Kilo als auch in Prozent. Am klarsten kommen die Verhältnisse durch den Stärkegehalt in 100 Teilen Trockensubstanz zum Ausdruck. Hiernach fällt der Stärkegehalt bei den Keller- und Mietenkartoffeln regelmäßig ab. Die größeren Stärkemengen wurden von den Kellerkartoffeln veratmet. Der im Juni für die eingemieteten Kartoffeln gefundene Wert fällt aus dem Rahmen der übrigen Ergebnisse und muß daher auf Versuchsfehler zurückgeführt werden.

Datum	Stärke in 100% Trock.-Subst.	Trocken-Subst.-Gehalt d. Kartoffeln	Stärkegehalt d. Kartoffeln	Bestand an Stärke kg	Bestand an Stärke %
Stärkegehalt der Kellerkartoffeln.					
20. 10. 1936	75,22	26,05	19,59	97,95	100,00
9. 4. 1937	70,55	28,07	19,80	82,86	84,59
8. 5. 1937	70,52	27,78	19,59	76,21	77,81
9. 6. 1937	68,39	27,66	18,92	67,45	68,86
9. 7. 1937	67,18	27,39	18,40	56,30	57,48
9. 8. 1937	66,30	27,17	18,01	39,80	40,63
4. 9. 1937	60,28	27,15	16,37	13,75	14,04
Stärkegehalt der Mietenkartoffeln.					
20. 10. 1936	75,22	26,05	19,59	97,95	100,00
9. 4. 1937	74,31	25,22	18,74	87,42	89,25
8. 5. 1937	73,49	25,77	18,94	82,01	83,73
9. 6. 1937	67,87	26,18	17,77	71,35	72,84
9. 7. 1937	70,13	26,51	18,59	67,48	68,89
9. 8. 1937	66,29	27,62	18,31	54,47	55,61
4. 9. 1937	63,19	26,49	16,74	29,13	29,74

Entsprechend den Gewichtsverlusten nimmt der Bestand an Stärke in den einzelnen Monaten rapide ab. Im Keller konnten nach neun Monaten noch 56,30 kg von 97,95 kg im Herbst eingebrachter Stärke festgestellt werden, während die anfangs in der Miete gelagerten Kartoffeln zu demselben Zeitpunkt noch 67,48 kg aufwiesen. Es waren somit im Juli durch das Einkellern der Kartoffeln nur noch 57,48% vorhanden. Die Einmietung hatte demgegenüber bewirkt, daß über 10% weniger verlorengingen.

Die Ergebnisse der Analysen auf Rohnährstoffe sind in 100 Teilen Trockensubstanz angegeben, da hierdurch ein besserer Vergleich zwischen Keller- und Mietenkartoffeln durchgeführt werden konnte. Es zeigte sich, daß die Zusammensetzung der Kartoffeln bei beiden Lagerungsarten nicht wesentlich verändert worden ist. Trotz der hohen Verluste ist die Zusammensetzung der Kartoffeln im September 1937 fast dieselbe wie die Zusammensetzung im Oktober 1936.

Datum	Roh-prot.	Rein-prot.	Amide	Roh-fett	Roh-faser	Asche	sandfr. Asche	Sand	N-freie Extr.-Stoffe	Org. Subst.
Kellerkartoffeln.										
20. 10. 1936	6,41	4,68	1,73	0,27	2,42	7,64	4,53	3,11	83,26	92,36
9. 4. 1934	6,95	4,74	2,21	0,21	2,49	4,63	4,06	0,57	85,72	95,37
8. 5. 1937	6,80	5,00	1,80	0,25	2,74	5,26	4,36	0,90	84,95	94,74
9. 6. 1937	7,19	5,06	2,13	0,36	3,04	5,68	5,03	0,65	83,73	94,32
9. 7. 1937	6,72	4,49	2,23	0,33	3,03	5,55	4,86	0,69	84,37	94,45
9. 8. 1937	5,96	4,09	1,87	0,37	3,46	5,93	5,30	0,63	84,28	94,07
4. 9. 1937	6,92	4,60	2,32	0,44	3,57	6,48	5,60	0,88	82,59	93,52
Mietenkartoffeln.										
20. 10. 1936	6,41	4,68	1,73	0,27	2,42	7,64	4,53	3,11	83,26	92,36
9. 4. 1937	7,06	4,76	2,30	0,20	2,62	6,07	4,60	1,47	84,05	93,93
8. 5. 1937	6,98	5,08	1,90	0,23	2,72	5,55	4,70	0,85	84,52	94,45
9. 6. 1937	6,99	5,00	1,99	0,34	3,06	5,54	4,62	0,92	84,07	94,46
9. 7. 1937	6,30	4,45	1,85	0,38	2,79	5,47	4,68	0,79	85,06	94,53
9. 8. 1937	6,12	4,20	1,92	0,36	3,55	5,94	5,29	0,65	84,03	94,06
4. 9. 1937	6,72	4,53	2,19	0,42	3,44	6,46	5,74	0,72	82,96	93,54

Geringe Veränderungen konnten nur im Asche-, Rohfaser- und Fettgehalt festgestellt werden. Die regelmäßige Zunahme dieser Nährstoffe im Laufe der Lagerung deutet auf Verluste durch Veratmung der stickstofffreien Extraktstoffe hin. Die Verluste der stickstofffreien Extraktstoffe sind jedoch derart gering, daß sie von April bis August übereinstimmend bei Keller- und Mietenkartoffeln durch die Vollanalysen nicht erfaßt werden konnten. Daß Verluste durch Veratmung eingetreten sind, beweisen die besprochenen Stärkebestimmungen. Die Veränderungen des Roh- und Reinproteingehaltes sind bei den beschriebenen Aufbewahrungsarten unbedeutend. Die größten Schwankungen liegen innerhalb der Fehlergrenze. Der sinkende Sandgehalt im Laufe der Lagerung kann durch das Abfallen des Sandes von den Kartoffeln begründet werden.

Der Bestand an Rohnährstoffen ist durch Multiplikation der Analysenergebnisse (in der Originalsubstanz) mit den Gewichtsfeststellungen berechnet worden.

Der Bestand an Rohnährstoffen in kg.

Datum	Trock.-Subst.	Roh-prot.	Rein-prot.	Rohfett	Roh-faser	Asche	Sand	N-freie Extr.-Stoffe	Organ. Subst.
Kellerkartoffeln.									
20. 10. 1936	130,25	8,35	6,10	0,35	3,15	9,95	4,05	108,45	120,30
9. 4. 1937	117,47	8,16	5,57	0,25	2,93	5,44	0,67	100,69	112,03
8. 5. 1937	108,06	7,35	5,41	0,27	2,96	5,68	0,97	91,80	102,38
9. 6. 1937	98,61	7,09	4,99	0,36	2,99	5,60	0,64	82,57	93,01
9. 7. 1937	83,81	5,63	3,76	0,28	2,54	4,65	0,58	70,72	79,16
9. 8. 1937	60,05	3,58	2,45	0,22	2,08	3,56	0,38	50,61	56,49
4. 9. 1937	22,81	1,58	1,05	0,10	0,81	1,48	0,20	18,83	21,33
Mietenkartoffeln.									
20. 10. 1936	130,25	8,35	6,10	0,35	3,15	9,95	4,05	108,45	120,30
9. 4. 1937	117,65	8,30	5,60	0,23	3,08	7,14	1,73	98,90	110,51
8. 5. 1937	111,58	7,79	5,67	0,26	3,03	6,19	0,95	94,31	105,39
9. 6. 1937	105,11	7,35	5,26	0,36	3,21	5,82	0,96	88,37	99,29
9. 7. 1937	96,23	6,06	4,28	0,36	2,69	5,26	0,76	81,86	90,97
9. 8. 1937	82,17	5,03	3,45	0,30	2,92	4,88	0,54	69,05	77,29
4. 9. 1937	46,09	3,10	2,09	0,19	1,58	2,98	0,33	38,25	43,12

Die erhaltenen absoluten Zahlen erlauben jedoch keinen allgemeinen Überblick; aus diesem Grunde sind auch die relativen Zahlen angegeben. Der Bestand an Nährstoffen im Ausgangsmaterial ist = 100 gesetzt worden.

Der relative Bestand an Rohnährstoffen, die Anfangssubstanz = 100 gesetzt.

Datum	Trock.-Subst.	Roh-prot.	Rein-prot.	Roh-fett	Roh-faser	Asche	Sand	N-freie Extr.-Stoffe	Organ. Subst.
Kellerkartoffeln.									
20. 10. 1936	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
9. 4. 1937	90,19	97,72	91,31	71,43	93,02	54,67	16,54	92,84	93,13
8. 5. 1937	82,96	88,02	88,69	77,14	93,97	57,09	23,95	84,65	85,10
9. 6. 1937	75,71	84,91	81,80	102,86	94,92	56,28	15,80	76,14	77,32
9. 7. 1937	64,35	67,43	61,64	80,00	80,63	46,73	14,32	65,21	65,80
9. 8. 1937	46,10	42,87	40,16	62,86	66,03	35,78	9,38	46,67	46,96
4. 9. 1937	17,51	18,92	17,21	28,57	25,71	14,87	4,94	17,36	17,73

Der relative Bestand an Rohnährstoffen, die Anfangssubstanz = 100 gesetzt.

Datum	Trock.-Subst.	Roh-prot.	Rein-prot.	Roh-fett	Roh-faser	Asche	Sand	N-freie Extr.-Stoffe	Organ. Subst.
				Mietenkartoffeln.					
20 10. 1936	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
9. 4. 1937	90,33	99,40	91,80	65,71	97,78	71,76	42,72	91,19	91,86
8. 5. 1937	85,67	93,29	92,95	74,29	96,19	62,21	23,46	86,96	87 61
9. 6. 1937	80,70	88,02	86,23	102,86	101,90	58,49	23,70	81,48	82,54
9. 7. 1937	73,98	72,57	70,16	102,86	85,40	52,86	18,77	75,48	75,62
9. 8. 1937	63,09	60,24	56,56	85,71	92,70	49,05	13,33	63,67	64,25
4. 9. 1937	35,39	37,13	34,26	54,29	50,16	29,95	8,15	35,27	35,84

Die Veränderungen im Bestande an Trockensubstanz, Reinprotein, N-freien Extraktstoffen und organischer Substanz gehen den Gewichtsfeststellungen fast parallel. Geringe Zunahmen bei dem Rohfett und der Rohfaser müssen auf den geringen Gehalt dieser Stoffe in der Kartoffel zurückgeführt werden, die sich durch Multiplikation im verstärkten Maße bemerkbar machen. Besondere Schwierigkeiten waren auch bei der Probenahme zu überwinden. Infolge der langen Lagerung waren Umsetzungen aufgetreten, die ein sicheres Probenehmen von gleichmäßigem Material in Frage stellen konnten.

Die verdaulichen Nährstoffe errechnen sich durch Multiplikation der Rohnährstoffe mit den entsprechenden Verdauungskoeffizienten. Da die Verdauungskoeffizienten für rohe Kartoffeln im Verdauungsversuch nicht bestimmt worden sind, wurden die Koeffizienten der gedämpften Kartoffeln verwandt. Die verdaulichen Nährstoffe des Ausgangsmaterials wurden durch die im Herbst gefundenen Verdauungskoeffizienten, die verdaulichen Nährstoffe der Monate April bis September mit Hilfe der für Mieten- und Kellerkartoffeln getrennt bestimmten Verdauungskoeffizienten berechnet. Die Stärkewerte sind aus verdaulichem Reineiweiß × 0,94 + verdauliche Rohfaser + verdauliche stickstofffreie Extraktstoffe gefunden worden.

Der Bestand an verdaulichen Nährstoffen und Stärkewerten in kg.

Datum	Trock-Subst.	Roh-prot.	Rein-prot.	Roh-faser	N-freie Extr. St.	Organ. Subst.	Stärke-werte
				Kellerkartoffeln.			
20. 10. 1936	118,18	5,67	3,94	2,14	105,12	112,79	110,96
9. 4. 1937	110,08	5,60	3,55	1,37	100,26	106,90	104,97
8. 5. 1937	101,26	5,04	3,45	1,38	91,41	97,69	96,03
9. 6. 1937	92,41	4,86	3,18	1,39	82,21	88,75	86,59
9. 7. 1937	78,54	3,86	2,40	1,18	70,42	75,53	73,86
9. 8. 1937	56,27	2,46	1,56	0,97	50,39	53,90	52,83
4. 9. 1937	21,38	1,08	0,67	0,38	18,75	20,35	19,76
				Mietenkartoffeln.			
20. 10. 1936	118,18	5,67	3,94	2,14	105,12	112,79	110,96
9. 4. 1937	108,04	5,43	3,33	1,54	97,40	104,11	102,07
8. 5. 1937	102,46	5,10	3,37	1,52	92,88	99,29	97,57
9. 6. 1937	96,52	4,81	3,12	1,61	87,03	93,54	91,57
9. 7. 1937	88,37	3,96	2,54	1,35	80,62	85,70	84,36
9. 8. 1937	75,46	3,29	2,05	1,46	68,00	72,81	71,39
4. 9. 1937	42,32	2,03	1,24	0,79	37,67	40,62	39,63

Um eine bessere Übersicht über den Bestand an verdaulichen Nährstoffen für Keller- und Mietenkartoffeln im Laufe der Lagerung zu erhalten, ist auch hier angegeben, wieviel Prozent an verdaulichen Nährstoffen, verglichen mit dem Anfangsbestand, in den einzelnen Monaten noch vorhanden waren. Die verdaulichen Nährstoffe des Ausgangsmaterials sind = 100 gesetzt.

Der relative Bestand an verdaulichen Nährstoffen und Stärkewerten, die Anfangssubstanz = 100 gesetzt.

Datum	Trock-Subst	Roh-prot.	Rein-prot.	Roh-faser	N-freie Extr. St.	Organ. Subst.	Stärke-werte
			Kellerkartoffeln.				
20. 10. 1936	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
9. 4. 1937	93,15	98,77	90,10	64,02	95,38	94,78	94,60
8. 5. 1937	85,68	88,89	87,56	64,49	86,96	86,61	86,54
9. 6. 1937	78,19	85,71	80,71	64,95	78,21	78,69	78,04
9. 7. 1937	66,46	68,08	60,91	55,14	66,99	66,97	66,56
9. 8. 1937	47,61	43,39	39,59	45,33	47,94	47,79	47,61
4. 9 1937	18,09	19,05	17,01	17,76	17,84	18,04	17,81
			Mietenkartoffeln.				
20. 10. 1936	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
9. 4. 1937	91,42	95,77	84,52	71,96	92,66	92,30	91,99
8. 5. 1937	86,70	89,95	85,53	71,03	88,36	88,03	87,93
9. 6. 1937	81,67	84,83	79,19	75,23	82,79	82,93	82,53
9. 7. 1937	74,78	69,84	64,47	63,08	76,69	75,98	76,03
9. 8. 1937	63,85	58,02	52,03	68,22	64,69	64,55	64,34
4. 9. 1937	35,81	35,80	31,47	36,92	35,84	36,01	35,72

Der Vergleich der Keller- und Mietenkartoffeln zeigt, daß bei sämtlichen verdaulichen Nährstoffen ein starker Rückgang auftritt. Vor allem kommen die Verhältnisse in dem Verlust an Stärkewerten und verdaulichem Reineiweiß zum Ausdruck. Die eingekellerten Kartoffeln verlieren in der Zeit von Oktober bis Juli bereits 33,44% Stärkewerte und 39,09% verdauliches Reineiweiß, während der Verlust durch Einmietung bis Juli auf 23,97% Stärkewerte und 35,53 % verdauliches Reineiweiß vermindert werden konnte. Die Verluste an verdaulichem Rohprotein sind bei Keller- und Mietenkartoffeln während der gesamten Lagerungszeit im Vergleich zum Rohprotein übereinstimmend niedriger.

III. Die Erhaltung der Roh- und verdaulichen Nährstoffe bei der Kartoffeleinsäuerung.

a) Die Gewichtsfeststellungen.

Die im vorigen Abschnitt beschriebenen Untersuchungen über die Lagerung der Kartoffeln in Miete und Keller zeigten, daß die Nährstoffverluste im Sommer beträchtlichen Umfang annehmen. Der Wert der Kartoffeleinsäuerung besteht darin, diese Verluste in der wärmeren Jahreszeit zu verhüten oder zum mindesten herabzusetzen. Indessen ist auch jede Einsäuerung von Futtermitteln ebenfalls mit Nährstoffverlusten verknüpft, die sehr großen

Schwankungen unterliegen. In den nachfolgenden Untersuchungen ist versucht worden, diese Verluste gewichts- und nährstoffmäßig zu erfassen. Es wurde in der Weise vorgegangen, daß abgewogene Mengen gedämpfter Kartoffeln eingesäuert und bei der Öffnung der Silos quantitativ herausgenommen wurden. Die Rohnährstoffanalysen des Ausgangsmaterials und der Sauerkartoffeln ermöglichten die Aufstellung der Bilanz der Rohnährstoffe. Viel wichtiger als die Rohnährstoffbilanz ist vom fütterungstechnischen Standpunkt aus die Aufstellung der Bilanz der verdaulichen Nährstoffe. Durch die Kenntnis der Verdauungskoeffizienten der eingesäuerten Kartoffeln war es möglich, auch diese Frage zu beantworten.

Zunächst sollen die Gewichtsfeststellungen mitgeteilt werden. Die Silos wurden am 20. 10. 1936 mit 1000 kg gedämpfter Kartoffeln gefüllt. 21 Tage nach der Füllung wurde am 10. 11.1936 eine Zwischenwägung vorgenommen. Die Ergebnisse dieser Wägung sind zum Vergleich einander gegenübergestellt.

Silo Nr. 3:

Einwaage am 20. 10. 1936	1000 kg	gedämpfte Kartoffeln,
Wägung am 10. 11. 1936	987 „	
Verlust:	13 kg = 1,3%	

Silo Nr. 4:

Einwaage am 20. 10. 1936	1000 kg	gedämpfte Kartoffeln,
Wägung am 10. 11. 1936	988 „	
Verlust:	12 kg = 1,2%	

Nach drei Wochen waren durch die Einsäuerung somit 1,3% bzw. 1,2% Gewichtsverluste eingetreten. Es ist dies durchaus möglich, da nach Völtz (40) die Dauer der Einsäuerung auf die Nährstoffverluste ziemlich gleichgültig ist und nach der Erreichung eines Gesamtsäuregehaltes der frischen Substanz von über 1% kaum noch Nährstoffverluste eintreten, wenn kein Luftzutritt erfolgt. Der angegebene Säuregehalt soll zumeist nach einiger Zeit vorhanden sein. Diese von Völtz ausgesprochene Vermutung dürfte durch die am 7. Juli 1937 erfolgte Auswaage bestätigt werden. Am Tag der Leerung des Silos waren seit der Füllung 260 Tage verstrichen (= 8½ Monate).

Silo Nr. 4

Einwaage am 20. 10. 1936	1000 kg	gedämpfte Kartoffeln,
Auswaage am 7. 7. 1937	981 „	
Verlust:	19 kg = 1,9%	

Wenn man als Stichtag den Tag der Zwischenwägung annimmt, so waren bis zur Leerung durch die Nachsäuerung noch zusätzlich 0,7% an Masse verlorengegangen.

Es muß hier bemerkt werden, daß Silo Nr. 3 nicht zu den quantitativen Nährstoffuntersuchungen herangezogen werden konnte, da die Verluste auf-

fallend hoch lagen. Zurückzuführen war dieses auf das tägliche Auswiegen der Sauerkartoffeln für den Verdauungsversuch. Das Auswiegen erstreckte sich über 20 Versuchstage, so daß durch den Luftzutritt Verluste eintreten mußten, die einen einwandfreien Vergleich zwischen eingebrachter und ausgewogener Masse nicht gestatteten.

Als Ergebnis der Gewichtsfeststellungen muß angenommen werden, daß die gedämpften Kartoffeln durch die Einsäuerung rund 2% an Masse verlieren. Es mag hierzu erwähnt werden, daß die Silos sogleich nach der Füllung mit einem Teerstrick und Asphalt verschlossen wurden. Verluste durch Wasserverdunstung konnten infolgedessen nicht eintreten. Einen einwandfreien Beweis für den luftdichten Abschluß des Siloinhaltes lieferte auch die Beschaffenheit der Oberfläche der Sauerkartoffeln. Bei dem geringsten Luftzutritt müßte sich die oberste Schicht in ihrem Aussehen durch Verfärbung stark verändert haben.

Daß die Silage vorzüglich gelungen war, kam vor allem in den Säureanalysen und pH-Zahl-Bestimmungen zum Ausdruck, die im Abstand von je 25 cm vorgenommen wurden. Probe 1 entstammt der obersten Schicht, Probe 5 der untersten (s. Fig 1, S. 50).

Silo Nr. 4.

	Probe					Mittel
	I	II	III	IV	V	
Milchsäure	1,420	1,283	1,381	1,249	1,146	1,296
Freie Essigsäure	0,604	0,465	0,453	0,523	0,768	0,563
Gebundene Essigsäure . .	0,016	0,014	0,020	0,000	0,036	0,017
Freie Buttersäure . . .	Spuren	—	—	—	—	—
Gebundene Buttersäure .	Spuren	—	—	—	—	—
Ammoniakstickstoff . . .	0,011	0,012	0,012	0,012	0,011	0,012
pH-Zahl	3,76	3,81	3,82	3,83	3,78	3,80

Die Spuren von Buttersäure in der obersten Schicht können damit zusammenhängen, daß bei dem Schließen des Behälters zwischen Kartoffeln und Deckel ein kleiner Luftraum eingeschlossen wurde, der die Säuerung ungünstig beeinflußte.

Die Verluste an Trockensubstanz wurden aus den Gewichtsfeststellungen und den Trockensubstanzbestimmungen errechnet. Für die Trockensubstanzberechnung der Zwischenwägung wurde der Trockensubstanzgehalt der eingesäuerten Kartoffeln vom 7. Juli 1937 zugrunde gelegt.

Silo Nr. 4.

Datum	Masse		Verlust an Masse		Trock.-Subst.-Gehalt	Trocken-Substanz		Verlust an Trock.-Subst.	
	kg	%	kg	%	%	kg	%	kg	%
20. 10. 1936	1000	100,0	—	—	26,55	265,50	100,00	—	—
10. 11. 1936	988	98,8	12	1,2	25,34	250,36	94,30	15,14	5,70
7. 7. 1937	981	98,1	19	1,9	25,34	248,59	93,63	16,91	6,37

Danach sind 6,37 % an Trockensubstanz im vorliegenden Versuch durch die Einsäuerung verlorengegangen. Die Abnahme dürfte durch Vergärung der stickstofffreien Extraktstoffe entstanden sein.

b) Die ein- und ausgebrachten Nährstoffmengen.

Gleichzeitig mit der Füllung des Silos wurden von den gedämpften Kartoffeln Proben für die Analyse genommen. Über die prozentische Zusammensetzung in der Ursubstanz gibt die folgende Übersicht Aufschluß:

Silo Nr. 4.

Probe	Trock.-Subst.	Roh-prot.	Rein-prot.	Amide	Roh-fett	Roh-faser	Asche	Sand	N-freie Extr.-Stoffe	Organ. Subst.
I	25,93	1,71	1,30	0,41	0,04	0,75	1,57	0,43	21,86	24,36
II	26,70	1,74	1,33	0,41	0,04	0,67	1,43	0,29	22,82	25,27
III	26,27	1,71	1,36	0,35	0,05	0,69	1,28	0,17	22,54	24,99
IV	27,30	1,93	1,50	0,43	0,06	0,76	1,61	0,40	22,94	25,69
Mittel:	26,55	1,77	1,37	0,40	0,05	0,72	1,47	0,32	22,54	25,08

Um die verschiedene Zusammensetzung der einzelnen Schichten des Silos bei der Leerung erfassen zu können, wurden genügend Durchschnittsproben dem Silo entnommen. Zu diesem Zweck wurde der Silo in fünf Schichten von je 25 cm Tiefe eingeteilt. Probe I entspricht der obersten Schicht, Probe V der untersten (s. Fig. 1, S. 50).

Silo Nr. 4.

Probe	Trock.-Subst.	Roh-prot.	Rein-prot.	Amide	Roh-fett	Roh-faser	Asche	Sand	N-freie Extr.-Stoffe	Organ. Subst.
I	23,73	1,75	1,29	0,46	0,03	0,70	1,46	0,31	19,79	22,27
II	23,91	1,74	1,32	0,42	0,03	0,70	1,55	0,36	19,89	22,36
III	24,29	1,76	1,35	0,41	0,04	0,73	1,43	0,27	20,33	22,86
IV	26,07	1,81	1,39	0,42	0,04	0,72	1,43	0,30	22,07	24,64
V	28,68	1,79	1,38	0,41	0,03	0,67	1,36	0,29	24,83	27,32
Mittel:	25,34	1,77	1,35	0,42	0,03	0,70	1,45	0,31	21,39	23,89

Es zeigt sich, daß der Trockensubstanzgehalt der Sauerkartoffeln mit der Tiefe der Schichten ansteigt. Unter Berücksichtigung der verschiedenen Trockensubstanzmengen und der ausgebrachten Masse wurden dementsprechend aus dem Silo an Rohnährstoffen herausgenommen:

Silo Nr. 4.

Probe	Trock.-Subst.	Roh-prot.	Rein-prot.	Rohfett	Roh-faser	Asche	Sand	N-freie Extr.-St.	Organ. Subst.
I	46,56	3,43	2,53	0,06	1,37	2,86	0,61	38,84	43,70
II	46,91	3,41	2,59	0,06	1,37	3,04	0,71	39,03	43,87
III	47,66	3,45	2,65	0,08	1,43	2,81	0,53	39,89	44,85
IV	51,15	3,55	2,73	0,08	1,41	2,81	0,59	43,30	48,34
V	56,27	3,51	2,70	0,06	1,31	2,67	0,57	48,72	53,60

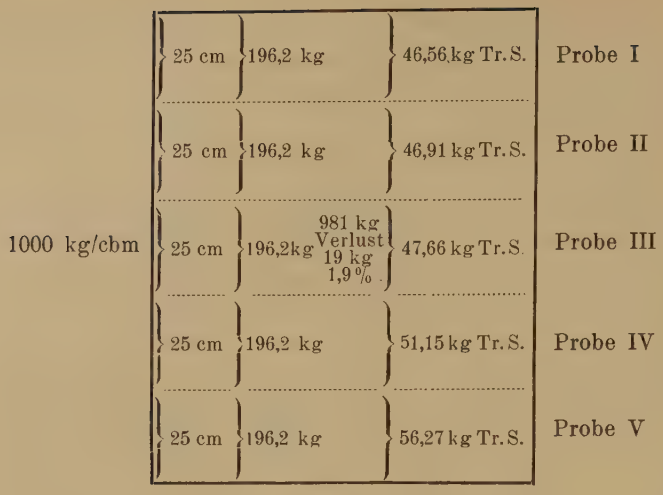

Fig. 1.

Einen anschaulichen Vergleich über die Rohnährstoffe der gedämpften und eingesäuerten Kartoffeln bietet die nächste Übersicht. Die Zusammensetzung ist in der frischen und in 100 Teilen wasserfreier Substanz mitgeteilt:

	Gedämpfte Kart. am 20. 10. 1936		Eingesäuerte Kart. am 7. 7. 1937	
	%	%	%	%
Trockensubstanz	26,55	100,00	25,34	100,00
Rohprotein	1,77	6,67	1,77	6,98
Reinprotein	1,37	5,16	1,35	5,33
Amide	0,40	1,51	0,42	1,65
Rohfett	0,05	0,19	0,03	0,12
Rohfaser	0,72	2,71	0,70	2,76
Asche	1,47	5,54	1,45	5,72
Sand	0,32	1,21	0,31	1,22
N-freie Extraktstoffe	22,54	84,89	21,39	84,42
Organische Substanz	25,08	94,46	23,89	94,28
Sandfreie Asche	1,15	4,33	1,14	4,50

Der Nährstoffgehalt der gedämpften und eingesäuerten Kartoffeln stimmt hiernach weitgehend überein. Veränderungen sind lediglich im Gehalt an stickstofffreien Extraktstoffen und organischer Substanz eingetreten. Die Abnahme deutet auf Verluste durch Gärungsvorgänge hin. Auch muß die Abnahme der Trockensubstanz und die geringe Zunahme der Asche in dieser Richtung gedeutet werden.

Die mittleren Verdauungskoeffizienten und der Gehalt an Roh- und verdaulichen Nährstoffen, als auch die Stärkewerte der in den Silo ein- und ausgebrachten Masse ist in den folgenden Tabellen in absoluten und relativen Zahlen zusammengestellt.

Der Bestand an Roh- und verdaulichen Nährstoffen auf Originalsubstanz berechnet: Silo Nr. 4.

	Gedämpfte Kartoffeln am 20. 10. 1936			Silierte Kartoffeln am 7. 7. 1937		
	Rohnährstoffe kg	Verdauungskoeffizient	Verdaul. Nährst. kg	Rohnährstoffe kg	Verdauungskoeffizient	Verdaul. Nährst. kg
Trockensubstanz .	265,50	90,73	240,89	248,59	93,33	232,01
Rohprotein . . .	17,70	67,88	12,01	17,36	68,10	11,82
Reinprotein . . .	13,70	64,53	8,84	13,24	65,28	8,64
Rohfett	0,50	—	—	0,29	—	—
Rohfaser	7,20	68,00	4,90	6,87	39,97	2,75
Asche	14,70	—	—	14,22	—	—
Sand	3,20		—	3,04	—	—
N-freie Extr.-Stoffe	225,40	96,93	218,48	209,84	99,61	209,02
Organ. Substanz .	250,80	93,76	235,15	234,36	95,33	223,42
Stärkewerte . . .	—	—	231,69	—	—	219,89

Die relativen Zahlen der silierten Kartoffeln sind angegeben in Prozent des Bestandes an Roh- und verdaulichen Nährstoffen der gedämpften Kartoffeln vom 20. 10. 1936. Zum besseren Vergleich sind den silierten Kartoffeln die entsprechenden Zahlen der Keller- und Mietenkartoffeln gegenübergestellt.

Der relative Bestand an Roh- und verdaulichen Nährstoffen.

	Silierte Kartoffeln am 7. 7. 1937		Mietenkartoffeln am 9. 7. 1937		Kellerkartoffeln am 9. 7. 1937	
	Rohnährstoffe %	Verdaul. Nährst. %	Rohnährstoffe %	Verdaul. Nährst. %	Rohnährstoffe %	Verdaul. Nährst. %
Trockensubstanz .	93,63	96,31	73,88	74,78	64,35	66,46
Rohprotein . . .	98,08	98,42	72,57	69,84	67,43	68,08
Reinprotein . . .	96,64	97,74	70,16	64,47	61,64	60,91
Rohfett	58,00	—	—	—	80,00	—
Rohfaser	95,42	56,12	85,40	63,08	80,63	55,14
Asche	96,73	—	52,86	—	46,73	—
Sand	95,00	—	18,77	—	14,32	—
N-freie Extr.-Stoffe	93,10	95,67	75,48	76,69	65,21	66,79
Organ. Substanz .	93,44	95,01	75,62	75,98	65,80	66,97
Stärkewerte . . .	—	94,91	—	76,03	—	66,56

Durch die Einsäuerung wird demnach der Verlust an Roh- und verdaulichen Nährstoffen, den die Kartoffeln durch Einkellerung und Einmietung bis Juli erfahren, wesentlich vermindert. Vor allem werden die verdaulichen Nährstoffe weitgehend erhalten. Die Verluste an verdaulichem Rohprotein sind ganz gering. Die Abnahme der stickstofffreien Extraktstoffe und der organischen Substanz, ebenso der Stärkewerte und der Trockensubstanz müssen auf Gärungsvorgänge und Bildung organischer Säuren zurückgeführt werden.

IV. Die Erhaltung der Roh- und verdaulichen Nährstoffe durch die Kartoffeltrocknung.

Es bleibt noch die Frage der Erhaltung der Roh- und verdaulichen Nährstoffe durch die Kartoffeltrocknung zu erörtern. Die Trocknung der Kartoffeln ist unleugbar mit großen Vorteilen verknüpft, da größere Nährstoffverluste hierbei vermieden werden und die Trockenkartoffel eine handelsfähige Ware darstellt, die ohne Verluste unbegrenzt aufbewahrt werden kann. Je nach der Herstellungsart unterscheidet man:

1. Kartoffelschnitzeln,
2. Kartoffelflocken,
3. Preßkartoffeln.

Da die Kartoffelschnitzeln und Preßkartoffeln heute an Beteutung völlig verloren haben, ist nur die Herstellung der Kartoffelflocken einer näheren Betrachtung unterzogen worden. Die Trocknung der vorher gewaschenen und gedämpften Kartoffeln erfolgt in sogenannten Walzenapparaten. Es sind dies zwei gegeneinander rotierende hohle Walzen, die mit hochgespanntem Wasserdampf (5—6 Atm.) erhitzt werden. Der Kartoffelbrei wird zwischen den enggestellten Walzen hindurchgepreßt und so gleichmäßig in dünner Schicht auf die heißen Walzen aufgetragen, die das Wasser zum Verdampfen bringen. Während des Trocknungsprozesses befinden sich die Walzen in langsam rotierender Bewegung. Nach einer Dreivierteldrehung wird die getrocknete Kartoffelmasse durch Abstreichvorrichtungen mit verstellbaren Stahlmessern von den Trockenwalzen abgenommen und fällt in eine unter dem Apparat angeordnete Transportmulde mit Zerkleinerungsvorrichtung. Die gewonnenen Kartoffelflocken gelangen mit einem Elevator zu einem Sortierzylinder, der die getrockneten Kartoffeln von den noch feuchten Teilen, die sich zu Klumpen zusammenballen, trennt. Das fertige Trockengut wird durch Transporteinrichtungen den Lagerräumen zugeführt.

Die Kartoffeltrocknung ist ein rein mechanischer Vorgang, bei dem dem Ausgangsmaterial keine Nährstoffe entzogen werden. Es wird lediglich der hohe Wassergehalt der frischen Kartoffeln von etwa 75% auf 12—15% herabgedrückt (Frölich und Lüthge (9), v. Sybel (36), Hammer (17), Honcamp (18). Auch wird die Verdaulichkeit der Kartoffelflocken durch die Trocknung nicht vermindert. Dieses beweisen die in Ausnutzungsversuchen an Schweinen festgestellten Verdauungskoeffizienten, die bereits im ersten Teil der vorliegenden Arbeit niedergelegt wurden. Die Verdaulichkeit der organischen Substanz beträgt hiernach 95,59%. Die Kartoffelflocken sind somit fast vollständig verdaulich. In der nachfolgenden Tabelle sind die Roh- und verdaulichen Nährstoffe als auch die Verdauungskoeffizienten der in den Versuchen verwendeten Kartoffelflocken übersichtlich zusammengestellt.

Die Roh- und verdaulichen Nährstoffe der Trockenkartoffeln.

	Rohnährstoffe der Trock.-Kart.	Rohnährstoffe in 100 Trock.-Subst.	Verdauungskoeffizient	Verdaul. Nährstoffe in 100 Trock.-Subst.
Wasser	12,57	—	—	—
Trockensubstanz	87,43	100,00	95,30	—
Rohprotein	5,72	6,54	69,95	4,57
Reinprotein	3,97	4,54	60,30	2,74
Amide	1,75	2,00	—	—
Rohfett	0,19	0,22	—	—
Rohfaser	1,82	2,08	26,41	0,55
Asche	3,82	4,37	—	—
N-freie Extraktstoffe	75,88	86,79	99,38	86,25
Organ. Substanz	83,61	95,63	95,59	91,41
Stärkewerte	—	—	—	89,38

V. Der Bestand an Roh- und verdaulichen Nährstoffen von der Flächeneinheit nach einer Aufbewahrungszeit von acht Monaten.

Die Verluste an Roh- und verdaulichen Nährstoffen bei den verschiedenen Aufbewahrungs- und Konservierungsmethoden zeigten deutliche Unterschiede. Vom volkswirtschaftlichen Gesichtspunkt aus ist die Frage nach der besten Erhaltung der Nährstoffe von großer Bedeutung. Um diese Frage zu beantworten, wurde für die Berechnung des Nährstoffbestandes ein bestimmter Zeitpunkt festgesetzt. Es schien der Juli besonders geeignet, da die vorliegende Arbeit sich in erster Linie mit der Erhaltung der Kartoffelnährstoffe über die Sommermonate befassen sollte, und am 7. und 9. Juli die eingesäuerten, eingemieteten und eingekellerten Kartoffeln gemeinsam analysiert wurden. Als Ernteertrag von der Flächeneinheit sind 200 dz je ha angenommen. Dieser Wert dürfte heute bei der gesteigerten Kartoffelerzeugung nicht sehr wesentlich von dem Hektarertrag des Reichsdurchschnittes abweichen. Es muß ferner bemerkt werden, daß aus 503 Zentnern schmutzfreier Kartoffeln 143 Zentner Kartoffelflocken anfielen. Bei der Berechnung der Nährstofferträge von der Flächeneinheit durch die Kartoffeltrocknung mußten diese Zahlen, um einwandfreie Werte zu erhalten, mit berücksichtigt werden. Auf Grund dieser Angaben lassen sich die Stärkewerte, die Roh- und verdaulichen Nährstoffe berechnen, die nach der natürlichen Lagerung und der Konservierung der Kartoffeln bis zum Juli von der Flächeneinheit erzielt wurden. In Bezug auf den Bestand an Rohnährstoffen bei den Keller-, Mieten-, Sauer- und Trockenkartoffeln und den verdaulichen Nährstoffen, die auf Grund der Ausnutzungsversuche an Schweinen mitgeteilt wurden, sei auf den ersten Teil der Arbeit verwiesen. Die gefundenen Werte sind zur besseren Übersicht in absoluten und relativen Zahlen wiedergegeben.

Die Berechnung ergibt, daß durch die Kartoffeltrocknung die Roh- und verdaulichen Nährstoffe bis auf Roh- und Reineiweiß am besten erhalten werden, weil Atmungs- und Gärungsverluste vermieden wurden. Nicht viel schlechter schneidet die Kartoffeleinsäuerung ab. Im Vergleich zur Kartoffel-

Der Bestand an Roh- und verdaulichen Nährstoffen bei den verschiedenen Aufbewahrungs- und Konservierungsmethoden der Kartoffeln in kg pro ha.

	Kart. Trocknung		Silierte Kart.		Mietenkart.		Kellerkart.	
	Rohnährstoffe kg/ha	Verdaul. Nährst. kg/ha	Rohnährstoffe kg/ha	Verdaul. Nährst. kg/ha	Rohnährstoffe kg/ha	Verdaul. Nährst kg/ha	Rohnährstoffe kg/ha	Verdaul. Nährst. kg/ha
Trockensubstanz . .	5001	4766	4972	4640	3849	3535	3353	3142
Rohprotein	327	229	347	236	242	158	225	154
Reinprotein	227	137	265	173	171	102	151	96
Amide	100	—	82	—	71	—	75	—
Rohfett	11	—	6	—	14	—	11	—
Rohfaser	104	27	137	55	107	54	102	48
Asche	219	—	284	—	211	—	186	—
N-fr. Extr. St. . . .	4340	4313	4197	4181	3274	3224	2829	2817
Organ. Substanz . .	4782	4571	4687	4468	3639	3428	3166	3021
Stärkewerte	—	4469	—	4399	—	3374	—	2955

Der Bestand an Stärkewerten, Roh- und verdaulichen Nährstoffen bei den verschiedenen Aufbewahrungs- und Konservierungsmethoden der Kartoffeln, ausgedrückt in Prozenten der durch Trocknung erhaltenen Nährstoffe.

	Silierte Kartoffeln		Mietenkartoffeln		Kellerkartoffeln	
	Rohnährstoffe %	Verdaul. Nährst. %	Rohnährstoffe %	Verdaul. Nährst. %	Rohnährstoffe %	Verdaul. Nährst. %
Trockensubstanz	99,42	97,36	76,96	74,17	67,05	65,93
Rohprotein	106,12	103,06	74,01	69,00	68,81	67,25
Reinprotein	116,74	126,28	75,33	74,45	66,52	70,07
Amide	82,00	—	71,00	—	75,00	—
Rohfett	54,55	—	127,27	—	100,00	—
Rohfaser	131,73	—	102,88	—	98,08	—
Asche	129,68	—	96,35	—	84,93	—
N-fr. Extr.-St.	96,71	96,94	75,44	74,75	65,18	65,31
Organ. Substanz	98,01	97,75	76,10	74,99	66,21	66,09
Stärkewerte	—	98,43	—	75,50	—	66,12

trocknung gingen durch die Einsäuerung nur 1,57% an Stärkewerten verloren. Die Eiweißsubstanzen sind durch die Kartoffeleinsäuerung erheblich besser erhalten worden. Diese Erscheinung mag darauf beruhen, daß durch die Trocknung die Eiweißstoffe in Hitzealbumine übergeführt werden. Bei den Kellerkartoffeln waren ein Drittel an Stärkewerten und annähernd ein Viertel verdauliches Reineiweiß verlorengegangen. Durch die Mietenlagerung ist es gelungen, erheblich höhere Nährstoffmengen von der Flächeneinheit zu erhalten. Immerhin sind die Verluste an Roh- und verdaulichen Nährstoffen derart groß, so daß auch diese Aufbewahrungsart von Kartoffeln bis Juli wohl kaum wirtschaftlich tragbar ist.

VI. Die Verwertung der Kartoffelnährstoffe (eingesäuerte Kartoffeln und Kartoffelflocken) durch das Schwein.

a) Versuchsanordnung.

Die Kartoffeln sind gedämpft, getrocknet und eingesäuert fast gleich hoch verdaulich. Hinsichtlich der Verdaulichkeit haben die durchgeführten Versuche beim Schwein kaum Unterschiede ergeben. Trotzdem werden

immer wieder gewisse Unterschiede bei der Mast festgestellt, denn praktisch spielen hierbei noch die Aufnahmefreudigkeit der Tiere und die Bekömmlichkeit, ebenso das Verhältnis von Getreideschrot- und Kartoffelzulage eine entscheidende Rolle. Es erschien daher von Wert, dieser Frage nachzugehen.

Die Kartoffelmast der Schweine war bisher mit verhältnismäßig hohen Getreideschrotgaben, bei denen hohe Eiweißmengen verabreicht wurden, verbunden. Bei der augenblicklichen Versorgungslage gilt aber als Ziel, das Schrot- und Eiweißfutter auf ein Mindestmaß herabzudrücken und durch Wirtschaftsfuttermittel zu ersetzen, ohne daß diese Futtermittel weniger gut ausgenutzt werden. Lehmann empfiehlt bei der Kartoffelmast als Grundfutter 700 g Körnerschrot, 100 g Fischmehl und 200 g Fleischmehl. In mehreren Versuchen [Richter und Brüggemann (30), Frölich und Haring (8), Stahl (34)] ist jedoch bereits festgestellt worden, daß ohne Herabsetzung der täglichen Zunahmen auch 500 g Gerstenschrot und 300 g Eiweißfutter als Zufutter genügen können.

Dem Versuchsplan wurden daher folgende Fragen zugrunde gelegt:

1. Wird durch die Verfütterung von einem Mindestmaß an Schrot- und Eiweißbeifutter bei weitestgehender Verwendung von eingesäuerten Kartoffeln und Kartoffelflocken die Freßlust und die tägliche Zunahme der Schweine ungünstig beeinflußt?
2. Besteht ein Einfluß auf die Zunahme der Tiere bei einer Verfütterung von Sauerkartoffeln und Kartoffelflocken im Verhältnis 4:1?
3. Wie ist die Wirkung von Kartoffelflocken und Sauerkartoffeln auf die Gewichtszunahme von Schweinen?

Der Fütterungsversuch wurde am 6. Juli 1937 begonnen. Zur Durchführung des Versuches wurden 30 veredelte Landschweine aus Westfalen im Alter von elf Wochen angekauft und nach Gewicht, Geschlecht und Abstammung auf drei Gruppen zu je zehn Tieren gleichmäßig verteilt.

Als Mastfutter wurden in den einzelnen Gruppen bis zur Sättigung verabreicht:

Gruppe I: Sauerkartoffeln,
„ II: Kartoffelflocken,
„ III: Sauerkartoffeln und Kartoffelflocken im Verhältnis 4:1.

Es wurde zweimal täglich gefüttert, morgens um 7 Uhr und nachmittags um 4 Uhr. Die verabreichten Wassermengen richteten sich je nach Bedarf der Tiere.

Das Anfangsgewicht der Schweine stellte sich auf etwa 24 kg. Nachdem die Schweine im Durchschnitt der einzelnen Gruppen ein Gewicht von 100 kg erreicht hatten, wurde der Versuch am 9. November bzw. am 23. November 1937 abgeschlossen. Insgesamt dauerte der Versuch bei Gruppe I und III 126 Tage und bei Gruppe II 140 Tage.

Das Beifutter war bei allen Gruppen einheitlich. Je Tier und Tag wurden verabreicht:

1. Mastabschnitt: Von Mastanfang bis 60 kg Lebendgewicht
   500 g Gerstenschrot,
   300 g Dorschmehl,
   10 g Schlämmkreide,
   10 g Holzkohle.

2. Mastabschnitt: Von 60 kg bis Mastende
   550 g Gerstenschrot,
   250 g Dorschmehl,
   10 g Schlämmkreide,
   10 g Holzkohle.

Sämtliche Versuchstiere wurden an jedem siebenten Tag einzeln gewogen. Am Ende einer jeden Vierwoche wurden die Gewichte der Versuchstiere an zwei aufeinanderfolgenden Tagen festgestellt. Das Mittel der beiden Wägungen ergab das End- bzw. Anfangsgewicht der Vierwoche.

Zu erheblichen Störungen kam es bei der Durchführung des Versuches nicht. Lediglich in der Kartoffelflockengruppe mußten nach der 11. Versuchswoche zwei Tiere herausgenommen werden und am Ende der 3. Vierwoche schieden wegen mangelhafter Entwicklung zwei weitere Tiere aus der Sauerkartoffel/Kartoffelflocken-Gruppe aus.

b) Die Zusammensetzung der verabreichten Futtermittel.

Von den im Versuch verabreichten Futtermitteln wurden am Schluß jeder Vierwoche die Trockensubstanz und Rohnährstoffe auf Grund von Vollanalysen in sorgfältig entnommenen Durchschnittsproben bestimmt.

Die Zusammensetzung der Futtermittel im Durchschnitt der gesamten Analysenergebnisse.

	Gersten-schrot	Dorsch-mehl	Fisch-mehl	Sauer-kartoffeln	Kartoffel-flocken
Trockensubstanz . .	86,48	87,89	92,00	24,76	88,24
Rohprotein	11,05	63,25	52,77	1,85	5,97
Reineiweiß	10,22	52,52	48,66	1,37	4,50
Amide	0,83	10,73	4,11	0,48	1,47
Rohfett	1,57	1,94	13,97	0,04	0,33
Rohfaser	4,52	—	—	0,78	1,95
Asche	3,06	22,70	25,26	1,50	3,99
Sand	—	—	—	0,32	—
N-fr. Extr.-Stoffe . .	66,28	—	—	20,59	76,00
Organ. Subst. . . .	83,42	65,19	66,74	23,26	84,25

Zur Berechnung der verdaulichen Nährstoffe in den verabreichten Futtermitteln wurden die Verdauungskoeffizienten z. T. (Gerstenschrot, Fischmehl) den Kellnerschen Tabellen (20) und z. T. den eigenen Untersuchungsergebnissen (Kartoffelflocken, Sauerkartoffeln) entnommen. Die mitgeteilten Verdauungskoeffizienten des Dorschmehls sind von Honcamp

(19) in einer Arbeit über die chemische Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Fischmehle veröffentlicht worden.

Verdauungskoeffizienten der verabreichten Futtermittel.

	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	N.-freie Extr.-St.	Organ. Subst.
Gerstenschrot	77,00	—	44,00	12,00	89,00	82,00
Dorschmehl	97 30	—	100,00	—	—	88,10
Fischmehl	92,00	—	63,00	—	—	88,00
Kartoffelflocken	69,95	60,30	—	26,41	99,38	95,59
Sauerkartoffeln	68,10	65,28	—	39,97	99,61	95,33

Aus den Futtermittelanalysen und den Verdauungskoeffizienten sind die Zahlen für verdauliches Eiweiß und Stärkewerte gefunden worden. Der Stärkewert des Gerstenschrotes wurde mit der Wertigkeit 99, der Stärkewert der übrigen Futtermittel mit der Wertigkeit 100 errechnet. Um das verdauliche Eiweiß zu finden, wurden von dem verdaulichen Rohprotein der Gehalt der Futtermittel an Amiden abgezogen.

Futtermittel	In 100 kg verdaul. Eiweiß	Stärkewerte
Gerstenschrot	7,68	67,53
Dorschmehl	50,81	52,44
Fischmehl	44,44	62,98
Kartoffelflocken . . .	2,71	78,59
Sauerkartoffeln	0,78	21,55

Außer den Vollanalysen sind fortlaufend Säurebestimmungen gemacht worden.

Ergebnisse der Säure- und pH-Zahl-Bestimmungen in den Sauerkartoffeln.

	Milchsäure	Freie Essigsäure	Gebund. Essigsäure	Freie Buttersäure	Gebund. Buttersäure	Ammoniakstickstoff	pH-Zahl
Im Mittel:	1,198	1,188	0,122	0,143	—	0,015	3,73

Der Geruch der Silage war infolge des Milchsäuregehaltes angenehm sauer, obwohl ein ziemlich hoher Essigsäuregehalt festgestellt wurde. Infolge der großen Oberfläche des Silos und der Tatsache, daß nicht regelmäßig jeden Tag eine ganze Schicht abgenommen werden konnte, wurden höchstwahrscheinlich durch den Luftzutritt günstige Wachstumsbedingungen für Essigsäurebakterien geschaffen. Hierauf ist auch wohl die geringe Steigerung der H'-Konzentration gegenüber der normalen von 3,8—3,9 zurückzuführen. Die weiterhin für die Beurteilung der Silage durchgeführten Ammoniakbestimmungen (MgO-Destillation) ergaben, daß keine oder nur eine geringe Steigerung des Eiweißes zu tieferen, minderwertigen Abbauprodukten stattgefunden hatte. Die Silage war demnach als gut anzusprechen.

c) Gewichtsentwicklung und Futterverzehr.

Zur leichteren Übersicht sind die zahlenmäßigen Feststellungen des Fütterungsversuches zusammengefaßt.

Gewichtsentwicklung in Kilogramm je Tier.

	Anfangs-gewicht	1. Vier-woche	2. Vier-woche	3. Vier-woche	4. Vier-woche	End-gewicht
Gruppe I . .	23,800	39,450	56,775	75,875	94,475	105,525
„ II . .	23,688	37,563	51,125	65,719	82,250	101,969
„ III . .	24,531	40,344	57,094	75,938	95,281	106,313

Die Gewichtsentwicklung der Tiere war in allen drei Gruppen normal. Die Gewichtszunahme ist in Gruppe I und Gruppe III fast gleichmäßig. Gruppe II zeigt während der gesamten Dauer des Versuches eine geringere Entwicklung.

Gewichtszunahme in den Vierwochen in kg je Tier.

	Anfangs-gewicht	Zunahme in der 1. Vier-woche	2. Vier-woche	3. Vier-woche	4. Vier-woche	5. Vier-woche	Gesamt-zunahme
Gruppe I . . .	23,800	15,650	17,325	19,100	18,600	11,050	81,725
Gruppe II . . .	23,688	13,875	13,562	14,594	16,531	19,719	78,281
Gruppe III . . .	24,531	15,813	16,750	18,844	19,343	11,032	81,782

Die Gewichtsentwicklung in den Vierwochen je Tier und Tag war folgende:

Gewichtszunahme je Tier und Tag in g.

	Zunahme in der 1. Vier-woche	2. Vier-woche	3. Vier-woche	4. Vier-woche	5. Vier-woche	Mittlere Tageszu-nahme
Gruppe I . .	559	619	682	664	789	649
Gruppe II . .	496	484	521	590	704	559
Gruppe III . .	565	598	673	691	788	649

Die durchschnittliche Gewichtszunahme der Schweine während der Mastzeit:

	Gruppe I Sauer-kartoffeln	Gruppe II Kartoffel-flocken	Gruppe III Sauerkartoffeln u. Kartoffelflock.
Anfangsgewicht je Tier in kg .	23,800	23,688	24,531
Endgewicht je Tier in kg . .	105,525	101,969	106,313
Gesamtzunahme in 4 × 4,5 . bzw. 4 × 5 Wochen . . .	81,725	78,281	81,782
Tägliche Zunahme	649 g	559 g	649 g

Während der Dauer des Versuches wurden im Durchschnitt folgende Futtermengen, angegeben in Kilogramm, je Tier verfüttert:

Gruppe I: Sauerkartoffeln.

Vierwoche 1. — 5.	Gersten-schrot kg	Dorsch-mehl kg	Fisch-mehl kg	Sauer-kartoff. kg	Schlämm kreide kg	Holz kohle kg
6. 7. — 2. 8.	14,00	8,40	—	59,20	0,28	0,28
3. 8. — 30. 8.	14,00	4,20	4,20	122,20	0,28	0,28
31. 8. — 27. 9.	15,05	—	7,35	165,00	0,28	0,28
28. 9. — 25. 10.	15,40	3,50	3,50	204,40	0.28	0,28
26. 10. — 8. 11.	7,70	3,50	—	121,00	0,14	0,14
Gesamtfutter-verzehr je Tier:	66,15	19,60	15,05	671,80	1,26	1,26

Gruppe II: Kartoffelflocken.

Vierwoche 1.—5.	Gersten-schrot kg	Dorsch-mehl kg	Fisch-mehl kg	Kartoffel-flocken kg	Schlämm-kreide kg	Holz-kohle kg
6. 7.— 2. 8.	14,00	8,40	—	15,10	0,28	0,28
3. 8.—30. 8.	14,00	4,20	4,20	31,00	0,28	0,28
31. 8.—27. 9.	14,35	—	8,05	37,38	0,28	0,28
28. 9.—25. 10.	15,40	3,50	3,50	52,19	0,28	0,28
26. 10.—22. 11.	15,40	7,00	—	64,50	0,28	0,28
Gesamtfutter-verzehr je Tier:	73,15	23,10	15,75	200,17	1,40	1,40

Gruppe III: Sauerkartoffeln und Kartoffelflocken.

Vierwoche 1.—5.	Gersten-schrot kg	Dorsch-mehl kg	Fisch-mehl kg	Sauer-kart. kg	Kart. Flock. kg	Schlämm-kreide kg	Holz-kohle kg
6. 7.— 2. 8.	14,00	8,40	—	29,60	7,40	0,28	0,28
3. 8.—30 8.	14,00	4,20	4,20	62,00	15,50	0,28	0,28
31. 8.—27. 9.	14,70	—	7,70	80,20	20,05	0,28	0,28
28. 9.—25 10.	15,40	3,50	3,50	120,75	30,19	0,28	0,28
26. 10.— 8. 11.	7,70	3,50	—	65,00	16,25	0,14	0,14
Gesamtfutter-verzehr je Tier:	65,80	19,60	15,40	357,55	89,39	1,26	1,26

Der Futterverzehr in Gramm je Tier und Tag:

Gruppe I: Sauerkartoffeln.

Vierwoche 1.—5.	Gersten-schrot	Dorsch-mehl	Fisch-mehl	Sauer-kartoff.	Schlämm-kreide	Holz-kohle
6. 7.— 2. 8.	0,500	0,300	—	2,114	0,01	0,01
3. 8.—30. 8.	0,500	0,150	0,150	4,364	0,01	0,01
31. 8.—27. 9.	0,538	—	0,263	5,893	0,01	0,01
28. 9.—25. 10.	0,550	0,125	0,125	7,300	0,01	0,01
26. 10.— 8. 11.	0,550	0,250	—	8,643	0,01	0,01
Ø je Tier u. Tag:	0,525	0,156	0,119	5,332	0,01	0,01

Gruppe II: Kartoffelflocken.

Vierwoche 1.—5.	Gersten-schrot	Dorsch-mehl	Fisch-mehl	Kartoff.-Flocken	Schlämm-kreide	Holz-kohle
6. 7.— 2. 8.	0,500	0,300	—	0,539	0,01	0,01
3. 8.—30. 8.	0,500	0,150	0,150	1,107	0,01	0,01
31. 8.—27. 9.	0,513	—	0,288	1,335	0,01	0,01
28. 9.—25. 10.	0,550	0,125	0,125	1,864	0,01	0,01
26. 10.— 22. 11.	0,550	0,250	—	2,304	0,01	0,01
Ø je Tier u. Tag:	0,523	0,165	0,113	1,430	0,01	0,01

Gruppe III: Sauerkartoffeln und Kartoffelflocken.

Vierwoche 1.—5.	Gersten-schrot	Dorsch-mehl	Fisch-mehl	Sauer-kart.	Kartoff. Flocken	Schlämm-kreide	Holz-kohle
6. 7.— 2. 8.	0,500	0,300	—	1,057	0,264	0,01	0,01
3. 8.— 30. 8.	0,500	0,150	0,150	2,214	0,554	0,01	0,01
31. 8.— 27. 9.	0,525	—	0,275	2,864	0,716	0,01	0,01
28. 9.— 25. 10.	0,550	0,125	0,125	4,313	1,078	0,01	0,01
26. 10.— 8. 11.	0,550	0,250	—	4,643	1,161	0,01	0,01
Ø je Tier u. Tag:	0,522	0,156	0,122	2,838	0,709	0,01	0,01

Für die Erzeugung von 100 Kilogramm Lebendgewichtszuwachs waren im Durchschnitt in Kilogramm notwendig:

	Gersten-schrot	Dorsch-mehl	Fisch-mehl	Sauer-kart.	Kartoff.-Flocken	Schlämm-kreide	Holz-kohle
Gruppe I . . .	80,9	24,0	18,3	821,6	—	(1,5)	(1.5)
Gruppe II . . .	93,6	29,5	20,2	—	255,8	(1,8)	(1,8)
Gruppe III . . .	80,4	24,0	18,8	437,3	109,2	(1,5)	(1,5)

d) Gewichtszunahme und Nährstoffaufnahme.

Die täglichen Gewichtszunahmen der Tiere waren während der gesamten Dauer der Mastzeit in Gruppe I und III auffallend gleich. Im 2. Versuchsabschnitt trat eine geringe Differenz zugunsten der Gruppe I ein, die im 4. Versuchsabschnitt durch bessere Zunahmen der Tiere der Gruppe III wieder ausgeglichen wurde, so daß sich am Ende der Mast die durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme in beiden Gruppen auf 649 g stellte. Dies ist eine recht gute Durchschnittszunahme, die noch über der üblichen Norm liegt. Die erzielten Mastleistungen beweisen, daß neben 500 g Gerstenschrot und 300 g Eiweißfutter bei ausschließlicher Verabreichung von Sauerkartoffeln oder eines Gemisches aus Sauerkartoffeln und Kartoffelflocken gleiche Zunahmen erreicht werden können. Für die Lebendgewichtszunahme von 81,73 kg in Gruppe I und von 81,78 kg in Gruppe III waren 126 Tage erforderlich. Die durchschnittliche Gewichtszunahme der Kartoffelflocken-Gruppe war mit 559 g um 13,9% geringer gegenüber der Sauerkartoffel- und der Sauerkartoffel - Kartoffelflocken - Gruppe. Dementsprechend ist auch die Dauer der Mastzeit um 14 Tage verlängert worden, so daß für die Erzeugung von 78,28 kg Lebendgewicht 140 Tage nötig waren.

Werden die Gewichtszunahmen der Sauerkartoffel- und der Kartoffelflocken-Gruppe einer vergleichenden Betrachtung unterzogen, so muß festgestellt werden, daß die Zunahmen bei der Sauerkartoffel-Fütterung um 90 g höher liegen. Auf eine geringere Verdaulichkeit der Kartoffelflocke ist diese Tatsache nicht zurückzuführen. Dieses ergab sich aus den bereits besprochenen Verdauungsversuchen. Es wäre vielleicht anzunehmen, daß mit den Kartoffelflocken geringere Mengen an verdaulichem Eiweiß aufgenommen wurden.

Die Beziehungen der Gewichtszunahme und des Verzehrs an verdaulichem Eiweiß und Stärkewerten lassen sich aus der nachfolgenden Zusammenstellung erkennen:

	Zunahmen je Tier und Tag	Verzehr an verdaul. Eiweiß	Verzehr an Stärkewerten
Gruppe I	649 g	214,05 g	1660,34 g
Gruppe II	559 g	212,98 g	1634,72 g
Gruppe III	649 g	214,92 g	1679,95 g

Auch hieraus können die geringeren Zunahmen der ausschließlich mit Kartoffelflocken gefütterten Schweine nicht befriedigend erklärt werden, da

in der Kartoffelflocken-Gruppe mit dem Futter nur etwa 0,5% verdauliches Eiweiß und 1,5% Stärkewerte täglich weniger verabreicht wurden als in der Sauerkartoffel-Gruppe.

Bei der Mast mit Kartoffelflocken ist auf das richtige Verhältnis von Getreideschrot und Kartoffelflocken zu achten. Die zahlreichen in der Literatur veröffentlichten Versuche mit Kartoffelflocken deuten darauf hin, daß mit steigenden Getreideschrotgaben steigende Zunahmen verbunden sind (Frölich und Lüthge [11], Richter und Brüggemann [31], Flegel [6]). Die schlechtere Gewichtszunahme in der Kartoffelflocken-Gruppe darf daher nicht als Beweis herangezogen werden, daß die Kartoffelflocke für die Schweinemast ungeeignet wäre, oder nur in beschränktem Maße verwandt werden könne. Höchstwahrscheinlich liegen die Verhältnisse so, daß im vorliegenden Versuch die Getreideschrotgabe im Verhältnis zur Kartoffelflockengabe zu niedrig bemessen war.

Sollen jedoch neben den Kartoffelflocken auch möglichst geringe Getreideschrotmengen verabreicht werden, so ist die Wahl eines geeigneten Wirtschaftsfuttermittels für die Gewichtszunahme der Schweine von außerordentlich großer Bedeutung. Hierüber gibt der vorliegende Fütterungsversuch genügend Auskunft. Die Mastergebnisse der Gruppe III lassen ohne weiteres die Schlußfolgerung zu, daß mit einer Getreideschrotgabe von 500 g und einer Mischung aus Sauerkartoffeln und Kartoffelflocken im Verhältnis 4:1 höchste Zunahmen zu erreichen sind.

e) Futterverwertung und Futterkosten.

Für die Verwertung der verabreichten Futtermittel liefert der Verbrauch an verdaulichem Eiweiß und Stärkewerten für 100 kg Gewichtszunahme einen wertvollen Anhaltspunkt.

Der Nährstoffverbrauch für 100 kg Gewichtszunahme:

Gruppe	Verdaul. Eiweiß kg	Stärkewerte kg
I. Sauerkartoffeln	32,94	255,80
II. Kartoffelflocken	38,09	292,43
III. Sauerkartoffeln und Kartoffelflocken	33,08	258,78

Mit den höheren Gewichtszunahmen in Gruppe I und III stieg natürlich auch zwangsläufig die Nährstoffverwertung. Die Verwertung des verdaulichen Eiweißes war in Gruppe I um 13,6%, in Gruppe III um 13,2% günstiger als bei ausschließlicher Verabreichung von Kartoffelflocken. Ähnlich liegen die Verhältnisse in Bezug auf den Verbrauch an Stärkewerten. In Gruppe II ist die Futterausnutzung mit 38,09 kg verdaulichem Eiweiß und 292,43 kg Stärkewerten für 100 kg Zuwachs noch durchaus als gut zu bezeichnen.

Von großer Wichtigkeit dürfte die Berechnung der Wirtschaftlichkeit sein. Werden der Berechnung für

Gerstenschrot	19,20 RM.
Dorschmehl	24,— „
Fischmehl	22,— „
Kartoffelflocken	18,40 „
Sauerkartoffeln	4,50 „
Schlämmkreide	6,— „
Holzkohle	6,— „

zugrunde gelegt, so verursacht die Erzeugung von 100 kg Schweinefleisch an reinen Futterkosten in

Gruppe I (Sauerkartoffeln)	62,47 RM.
„ II (Kartoffelflocken)	76,78 „
„ III (Sauerkartoffeln und Kartoffelflocken)	65,29 „

Die Erzeugungskosten in der Kartoffelflocken-Gruppe sind demnach am größten gewesen. Dieses beruht einmal auf der längeren Mastzeit und zum anderen auf der geringeren Zunahme der Tiere. Die Verfütterung von Sauerkartoffeln und Kartoffelflocken im Gemisch hatte eine Erhöhung der Fütterungskosten von 2,82 RM. gegenüber der reinen Verfütterung von Sauerkartoffeln zur Folge. Es ist jedoch zu bedenken, daß der Preis von 4,50 RM. für Sauerkartoffeln etwas niedrig in Ansatz gebracht wurde. Im vorliegenden Versuch standen z. B. Kartoffeln mit einem Stärkegehalt von 20% zur Verfügung, so daß nach der Kartoffel-Marktordnung sich der Preis für 100 kg roher Kartoffeln bereits auf 4 RM. stellte. Sind für das Waschen und Dämpfen der Kartoffeln höhere Lohnausgaben, als angenommen wurde, erforderlich, so müssen dementsprechend auch die Herstellungskosten von 100 kg Sauerkartoffeln steigen. Es muß angenommen werden, daß die Mast der Schweine mit einem Gemisch aus Sauerkartoffeln und Kartoffelflocken unter den heutigen Verhältnissen nicht teurer zu stehen kommt als die Mast bei ausschließlicher Verfütterung von Sauerkartoffeln, zumal eine Verlängerung der Mastzeit nicht eingetreten ist. Damit wäre der Nachweis erbracht, daß die Verabfolgung von Sauerkartoffeln und Kartoffelflocken auch vom rein wirtschaftlichen Standpunkt aus praktisch keine Nachteile mit sich bringt.

VII. Die Unkosten der Kartoffeleinsäuerung und -trocknung.

Für die Aufbewahrung der Kartoffeln in der wärmeren Jahreszeit kommt nach den beschriebenen Untersuchungen nur die Konservierung durch Trocknung und Einsäuerung in Betracht, da die Nährstoffverluste allein bei diesen beiden Methoden weitgehend herabgedrückt werden können. Jede Konservierung, ob Trocknung oder Einsäuerung, erfordert jedoch besondere Einrichtungen, die mit erheblichen Unkosten verbunden sind. Um Klarheit

über diese Fragen zu erlangen, sind die Nährstofferträge mit den Trocknungs- und Einsäuerungskosten in Beziehung gebracht worden.

Den Berechnungen wurde ein Hektarertrag von 200 dz Kartoffeln zugrunde gelegt. Nach den Ausführungen über die Erhaltung an Roh- und verdaulichen Nährstoffen können bei diesem Ernteertrag durch die Trocknung 4469 kg und durch die Einsäuerung 4399 kg Stärkewerteinheiten nach einer Aufbewahrungszeit von 8 Monaten vor dem Verderben bewahrt werden. Oder in 100 kg Kartoffeln waren nach der Trocknung noch 22,35 kg und nach der Silierung 21,99 kg Stärkewerteinheiten vorhanden. Aus diesen in den Versuchen gefundenen Werten sind die Trocknungs- bzw. Silierungskosten für die Stärkewerteinheiten pro Hektar berechnet worden, indem für die Trocknung und Silierung von 100 kg Kartoffeln verschieden hohe Werte eingesetzt wurden.

Die Trocknungskosten von 100 kg Kartoffeln sind je nach der Höhe der festen und beweglichen Unkosten in den einzelnen Trocknungsanlagen sehr unterschiedlich. Von entscheidendem Einfluß auf die Höhe der Trocknungskosten können die festen Kosten einer Anlage sein. Diese setzen sich zusammen aus der Verzinsung der Anlagekosten, der Abschreibung für Gebäude und maschinelle Anlagen und aus den Ausgaben für Reparaturen. Sehr verschieden sind auch die Verzinsung der Anlagekosten und die Abschreibung für Gebäude und Maschinen in den einzelnen Trocknungsbetrieben, je nachdem die Betriebe selbständig oder im Anschluß an schon vorhandene Anlagen, wie Brennereien, Stärkefabriken und Zuckerfabriken arbeiten. Die für diese Betriebe errichteten Gebäude und Maschinen können unter Umständen, soweit es technisch möglich ist, zur Trocknung verwandt werden. Es lassen sich dadurch die Verzinsungs- und Amortisationskosten erheblich senken. Demgegenüber werden die selbständigen Trocknungsanlagen in dieser Beziehung stets teurer arbeiten. Außerdem spielt die Größe und das Alter der Anlage eine bedeutende Rolle. Für die vor dem Kriege errichteten Trocknereien können zum größten Teil die Anlagekosten als abgeschrieben gelten. Es ist jedoch zu bedenken, daß die Reparaturkosten und die technische Unvollkommenheit in diesen älteren Anlagen sich in verstärktem Maße bemerkbar machen. Unter Umständen setzen sich in einzelnen Fabriken die gesamten Trocknungskosten bis zu einem Drittel aus den Amortisations- oder Reparaturkosten zusammen. Durch die Steigerung der jährlichen Verarbeitungsmenge können jedoch diese Kosten erheblich gesenkt werden.

Die Höhe der beweglichen Kosten je 100 kg Rohkartoffeln bleiben bei einer Verlängerung der Betriebsdauer unberührt. Von ausschlaggebender Bedeutung auf den Anteil der beweglichen Unkosten an den gesamten Trocknungskosten ist der Stärkegehalt der Kartoffeln. Bei niedrigem Stärkegehalt steigen die beweglichen Unkosten erheblich, da für die Verdampfung einer bestimmten Wassermenge eine bestimmte Wärmemenge benötigt wird. Betriebe, die ausschließlich darauf angewiesen sind, Kartoffeln mit niedrigen Stärkeprozenten zu verarbeiten, haben erheblich höhere Ausgaben an Brenn-

stoffen, als Betriebe, die mit hochprozentigen, stärkereichen Kartoffelsorten beliefert werden. Auch die Lohn-, Verwaltungs- und „Sonstige“ Unkosten stehen hiermit in engem Zusammenhang.

Mit Rücksicht auf die starken Schwankungen der festen und beweglichen Kosten einer Trocknungsanlage müssen demnach die Durchschnittswerte der Trocknungskosten in jedem Fall verschieden hoch angenommen werden. Unter den heutigen Verhältnissen dürften sich die Trocknungskosten für 100 kg Rohkartoffeln auf mindestens 1 RM. stellen. Im großen Durchschnitt der Trocknungsbetriebe rechnet man jedoch mit einem Trocknungspreis von 1,20 RM. und in besonders ungünstig gelegenen und schlecht arbeitenden Betrieben mit einem Trocknungspreis von 1,40 RM.

Ebenso wie die Trocknungskosten sind auch die Silierungskosten von den mannigfaltigsten Umständen abhängig. Bei den großen Preisverschiedenheiten für Kartoffelsilos und Kartoffeldämpfanlagen kann ein einheitlicher Grundpreis für die Silierung von 100 kg Rohkartoffeln nicht festgelegt werden. Auch die Silierungskosten dürften sich zum größten Teil unter Umständen bis zu 50% aus den festen Kosten für Amortisation, Verzinsung und Reparatur der Dämpfanlage, der Wäsche und Siloanlage zusammensetzen. Wegen des geringeren Kapitalaufwandes spielt die Menge der zu verarbeitenden Kartoffeln für die Senkung der festen Silierungskosten jedoch nicht die ausschlaggebende Rolle, die sie in den Trocknungsanlagen ohne Frage hat. Selbstverständlich werden auch die Silierungskosten bedeutend geringer, je größer die einzusäuernde Kartoffelmenge ist. Viel wirksamer lassen sich die festen Einsäuerungskosten durch eine mehrmalige Füllung der vorhandenen Siloanlage senken. Die beweglichen oder laufenden Kosten umfassen die Unkosten für Brennstoffe und Löhne. Der Brennstoffverbrauch für 100 kg Kartoffeln ist mit etwa 4 bis 5 kg Braunkohle in Ansatz zu bringen. Aber auch hier schwanken die verbrauchten Mengen je nach Größe und Art der Dämpfanlage recht stark. Zum Füllen der Fässer mit gewaschenen Kartoffeln und deren Transport zum Kessel und zur Einsäuerungsgrube werden außer dem Heizer bei einer mittleren Dämpfanlage etwa zwei bis drei Arbeiter benötigt, so daß sich die Lohnausgaben für 100 kg einzusäuernde Kartoffeln etwa in der gleichen Höhe wie die Brennstoffunkosten bewegen dürften.

Um den verschiedenen Verhältnissen gerecht zu werden, sind die Einsäuerungskosten für 100 kg Rohkartoffeln mit 0,50, 0,60 und 0,70 RM. angenommen worden.

Aus den Trocknungs- und Silierungskosten ließen sich, da die Stärkewerteinheiten für 100 kg Kartoffeln nach der Konservierung bekannt waren, die Unkosten für 100 kg Stärkewerteinheiten berechnen. Zu den Unkosten je Stärkewerteinheit ist der Preis für die entsprechende Kartoffelmenge (100 kg Kartoffeln 3,60, 3,80 und 4 RM.) hinzugezählt worden, so daß sich daraus die gesamten Unkosten für die Stärkewerteinheit nach der Trocknung und nach der Einsäuerung ergaben.

Einsäuerung.

Silierungskosten		Erzeugungskosten für 4399 kg Stärkewerte bei einem Kartoffelpreis je dz von		
je 100 kg Kartoffeln RM.	je 100 kg Stärkewerteinheiten RM.	3,60 RM.	3,80 RM.	4,00 RM.
0,50	2,27	819,86	859,86	899,86
0,60	2,73	840,09	880,09	920,09
0,70	3,18	859,89	899,89	939,89

Trocknung.

Trocknungskosten		Erzeugungskosten für 4469 kg Stärkewerte bei einem Kartoffelpreis je dz von		
je 100 kg Kartoffeln RM.	je 100 kg Stärkewerteinheiten RM.	3,60 RM.	3,80 RM.	4,00 RM.
1,00	4,47	919,76	959,76	999,76
1,20	5,37	959,99	999,99	1039,99
1,40	6,26	999,76	1039,76	1079,76

Das Ergebnis der Berechnung ist in verschiedener Beziehung sehr aufschlußreich. Vor allem kommt der große Vorteil der Einsäuerung in den niedrigen Silierungskosten einwandfrei zum Ausdruck. Die Einsäuerung kann in jedem landwirtschaftlichen Betriebe billig durchgeführt werden. Der etwas höhere Verlust an Roh- und verdaulichen Nährstoffen wird durch die Billigkeit des Konservierungsverfahrens um ein Vielfaches wieder aufgehoben.

Wurden durch die Trocknung 4469 kg und durch die Einsäuerung 4399 kg Stärkewerteinheiten pro Hektar vor Fäulnis und Veratmung gerettet, so erforderten sie demgegenüber einen erheblichen Mehraufwand an Geld. Bei den gestaffelten Trocknungskosten von 1,00, 1,20 und 1,40 RM. betrug der Mehraufwand 199,76, 239,99 und 279,76 RM., und bei den Einsäuerungskosten von 0,50, 0,60 und 0,70 RM. je 100 kg Rohkartoffeln einen Mehraufwand von 99,86, 120,09 und 139,89 RM. Diese Zahlen beweisen, daß die Kartoffeleinsäuerung mit Hilfe einwandfreier Behälter und unter strenger Beachtung der Einsäuerungstechnik Erhebliches zu leisten vermag. Wie weit diese günstige Wirkung in der breiten landwirtschaftlichen Praxis erreicht werden kann, wird ohne weiteres nicht zu beantworten sein. Hierzu wären umfangreiche Untersuchungen an den verschiedensten Einsäuerungsgruben erforderlich. Es muß aber angenommen werden, daß sich in der landwirtschaftlichen Praxis der Abgang an Stärkewerteinheiten durch Randverluste und durch Umsetzungsvorgänge während der wärmeren Jahreszeit erheblich höher stellt als im vorliegenden Versuch. Im hiesigen Institut konnte festgestellt werden, daß in den Sommermonaten bis etwa Anfang Oktober Oberflächenverluste regelmäßig auftreten. Wird der Verlust, nur um eine Zahl zu nennen, bei den heute vorhandenen Silogruben im Durchschnitt auf 5% geschätzt, so dürfte dieser Wert nicht zu hoch gegriffen sein.

Der unverkennbare Vorzug der Kartoffeltrocknung beruht in der unbeschränkten Haltbarkeit und Lagerungsfähigkeit des Trockenproduktes. Durch die Trocknung der Kartoffeln kann ein Futtermittel erzeugt werden, das in jeder Beziehung eine handelsfähige Ware darstellt und sich an sämtliche Nutztiere mit Erfolg verfüttern läßt. Die Unkosten der Trocknung sind zwar bedeutend höher als bei der Einsäuerung, immerhin ist dabei zu bedenken, daß die Trocknung in volkswirtschaftlicher Hinsicht für den örtlichen Futterausgleich der einzelnen Wirtschaftsgebiete eine nicht zu unterschätzende Bedeutung haben kann. Derartige Vorteile lassen sich selbstverständlich nicht ohne weiteres in Geldwert ausdrücken. Von besonders großer Bedeutung ist heute die Kartoffeltrocknung für diejenigen kartoffelbauenden Betriebe, die über keine oder über nicht genügend Einsäuerungsgruben verfügen, um einen wirksamen Futterausgleich über das ganze Wirtschaftsjahr zu erzielen.

C. Zusammenfassung.

Im Kampf um die Ertragssteigerung der deutschen Böden kommt dem Kartoffelbau eine besondere Bedeutung zu. Durch bessere Düngung und Bearbeitung der Ackerböden ist es möglich, die Kartoffelerträge erheblich zu steigern. Neben dem Rübenbau liefert der Kartoffelbau die höchsten Nährstofferträge von der Flächeneinheit.

Im Durchschnitt der Jahre wird der Verlust an Kartoffeln auf etwa 10% der gesamten Erntemenge geschätzt.

Die Aufbewahrung und Konservierung der Kartoffeln erfolgt

1. durch Lagerung im Keller,
2. durch Lagerung in der Miete,
3. durch Dämpfen und Einsäuerung in Erdgruben und in wasserundurchlässigen Silos,
4. durch Trocknung.

Es ist eine feststehende Tatsache, daß die verschiedenen Arten der Aufbewahrung der Kartoffeln auch mit verschieden hohen Verlusten verbunden sind. Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es, festzustellen, wieweit die Roh- und verdaulichen Nährstoffe, ausgegangen von demselben Anfangsmaterial, durch die Kartoffeleinlagerung und Konservierung erhalten bleiben. Die Rohnährstoffe ergaben sich direkt aus den Analysenergebnissen. Zur Bestimmung der verdaulichen Nährstoffe mußten mit dem gleichen Material zu Beginn und im Laufe der Lagerung Ausnutzungsversuche durchgeführt werden. Als Versuchstiere wurden Schweine gewählt, da diese Haustierart fast ausschließlich für die Verwertung der Kartoffelnährstoffe in Frage kommt. Um einigermaßen verwertbare Ergebnisse zu bekommen, waren umfangreiche Analysen erforderlich. Als Abschluß der Untersuchungen wurde ein Fütterungsversuch durchgeführt, in dem die Verwertung der Kartoffelnährstoffe (eingesäuerter Kartoffeln und Kartoffelflocken) überprüft werden sollte.

Die Kartoffeln sind von den Schweinen getrocknet, eingesäuert und gedämpft außerordentlich hoch verdaut worden. Hinsichtlich der Lagerung und Konservierungsart machten sich kaum Unterschiede bemerkbar. Bei der Versuchsbesprechung mußte darauf hingewiesen werden, daß die Nährstoffe der gelagerten und eingesäuerten Kartoffeln, beurteilt nach der Verdaulichkeit der organischen Substanz, etwas besser ausgenutzt wurden als die Nährstoffe der frisch im Herbst verfütterten Kartoffeln. Diese Unterschiede lagen aber bei den stickstofffreien Extraktstoffen innerhalb der natürlichen Schwankungsbreite. In der Schlußbetrachtung wurde darauf aufmerksam gemacht, daß die frischen, im Herbst gedämpften Kartoffeln, verglichen mit den auf verschiedene Art gelagerten und konservierten Kartoffeln, hinsichtlich der Verdauungswerte keine praktischen Unterschiede für die Verwendung in der Schweinefütterung zeigen.

Die Verdaulichkeit der Kartoffelnährstoffe nach Versuchen an Schweinen.

	Trock.-Subst.	Rohprot.	Reinprot.	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extr.-St.	Organ. Subst.
Ged. Kartoffeln (im Herbst)	90,73	67,88	64,53	—	68,00	96,93	93,76
Kartoffelflocken .	95,30	69,95	60,30	—	26,41	99,38	95,59
Ged. Kartoff. (nach sechsmonatiger Kellerlagerung).	93,71	68,61	63,78	—	46,63	99,57	95,42
Ged. Kartoff. (nach sechsm. Mietenlagerung u. einm. Kellerlagerung).	91,83	65,42	59,38	—	50,08	98,48	94,21
Einges. Kartoffeln (nach achtmon. Aufbewahrung) .	93,33	68,10	65,28	—	39,97	99,61	95,33

Die Lagerung der Kartoffeln in Keller und Miete ist mit Umsetzungsvorgängen verbunden, die die chemische Zusammensetzung der Kartoffeln ändern und die Gewichtsverluste hervorrufen. Zu Gewichtsverlusten führt der Vorgang der Veratmung des aus der Stärke gebildeten Zuckers und die Wasserverdunstung. Im Frühjahr und Sommer spielen die Verluste durch Keimungs- und Fäulnisvorgänge die größte Rolle. Infolge der niedrigeren Lagerungstemperatur waren die Verluste der in der Miete gelagerten Kartoffeln am geringsten. Nach den Untersuchungen gingen im Laufe der Lagerung an Kartoffelgewicht verloren:

Lagerungszeit	Mietenkartoffeln	Kellerkartoffeln
Nach 6 Monaten	6,70 %	16,30 %
„ 7 „	13,40 %	22,20 %
„ 8 „	19,70 %	28,70 %
„ 9 „	27,40 %	38,80 %
„ 10 „	40,50 %	55,80 %
„ 11 „	65,20 %	83,20 %

Die Einsäuerung der Kartoffeln ist gegenüber der Lagerung in Keller und Miete mit großen Vorteilen verbunden, da die Verluste in jedem Fall geringer sind als bei den bereits genannten Lagerungsmethoden. Gut einsilierte Kartoffeln, die vor dem Dämpfen gewaschen werden, liefern eine vorzügliche Silage, die von den Schweinen gern aufgenommen wird. Bei luftdichtem Abschluß des Siloinhaltes ist auf Grund der Untersuchungsergebnisse mit 2% Gewichtsverlusten zu rechnen. Es treten Verluste an Roh- und verdaulichen Nährstoffen ein; in erster Linie werden die stickstofffreien Extraktstoffe in Mitleidenschaft gezogen.

Die künstliche Trocknung der Kartoffeln ist kaum mit merkbaren Verlusten verbunden, wenn sie vorsichtig durchgeführt wird. Es ist ein rein mechanischer Vorgang, bei dem den Kartoffeln nur so viel Wasser entzogen wird, daß sie unbeschränkt aufbewahrt werden können, ohne zu verderben. Die Verdaulichkeit der Kartoffelnährstoffe leidet durch den Trocknungsvorgang nicht im geringsten. In dem durchgeführten Trocknungsversuch konnte festgestellt werden, daß aus 503 Zentner frischen Kartoffeln sich 143 Zentner Kartoffelflocken herstellen lassen. Es handelt sich um dieselben Kartoffeln, die auch für die übrigen Versuche verwandt wurden.

Die Roh- und verdaulichen Nährstoffe sind durch die Trocknung, mit Ausnahme der Eiweißstoffe, am besten erhalten geblieben. Hinsichtlich der Eiweißstoffe zeigte die Kartoffeleinsäuerung ein geringes Plus. Die Nährstoffverluste bei den üblichen Lagerungsmethoden sind derart groß, daß diese Aufbewahrungsarten wohl kaum wirtschaftlich tragbar sind. Sollen die Kartoffeln bis Mai und darüber hinaus bis in die Sommermonate aufbewahrt werden, so empfiehlt es sich, die entsprechenden Mengen zu trocknen und zu silieren.

Der Bestand an Roh- und verdaulichen Nährstoffen bei den verschiedenen Aufbewahrungs- und Konservierungsmethoden der Kartoffeln in Kilogramm pro Hektar nach einer Lagerungszeit von 8 Monaten.

	Kart. Trocknung		Silierte Kart.		Mietenkart.		Kellerkart.	
	Rohnährstoffe kg/ha	Verdaul. Nährst. kg/ha	Rohnährstoffe kg/ha	Verdaul. Nährst. kg/ha	Rohnährstoffe kg/ha	Verdaul. Nährst. kg/ha	Rohnährstoffe kg/ha	Verdaul. Nährst. kg/ha
Trocken-Substanz. .	5001	4766	4972	4640	3849	3535	3353	3142
Rohprotein	327	229	347	236	242	158	225	154
Reinprotein	227	137	265	173	171	102	151	96
Amide	100	—	82	—	71	—	75	—
Rohfett	11	—	6	—	14	—	11	—
Rohfaser	104	27	137	55	107	54	102	48
Asche	219	—	284	—	211	—	186	—
N-fr. Extr. St. . . .	4340	4313	4197	4181	3274	3224	2829	2817
Organ. Substanz . .	4782	4571	4687	4468	3639	3428	3166	3021
Stärkewerte	—	4469	—	4399	—	3374	—	2955

Der Fütterungsversuch wurde mit 26 Tieren in 3 Gruppen durchgeführt. Bei einer Verfütterung von 500 g Gerstenschrot und 300 g Dorschmehl konnten mit eingesäuerten Kartoffeln und einem Gemisch aus eingesäuerten Kartoffeln und Kartoffelflocken gute Durchschnittszunahmen von 649 g er-

zielt werden. Wurden als Hauptmastfutter Kartoffelflocken verabreicht, so blieb die tägliche Gewichtszunahme im Mittel der gesamten Mastzeit um 13,9% hinter den Zunahmen der Sauerkartoffel- und Sauerkartoffel/Kartoffelflocken-Gruppe zurück. Die Dauer der Mastzeit verlängerte sich dadurch um 14 Tage.

Bei niedrigen Getreideschrotgaben ist es erforderlich, die Kartoffelflocken im richtigen Mischungsverhältnis mit Wirtschaftsfuttermitteln zu verabreichen. Bei der Verfütterung von Sauerkartoffeln und Kartoffelflocken im Verhältnis 4:1 sind von den Tieren recht gute Durchschnittszunahmen von 649 g erreicht worden. Die Futterverwertung ist bei ausschließlicher Fütterung von Sauerkartoffeln und eines Gemisches aus Sauerkartoffeln und Kartoffelflocken recht gut. Die Futterkosten waren in der Sauerkartoffel- und in der Sauerkartoffel/Kartoffelflocken-Gruppe praktisch gleich.

Die Einsäuerung und Trocknung der Kartoffeln erfordert besondere Unkosten. Bei einem Stärkewertertrag von 4469 kg durch die Trocknung und 4399 kg durch die Einsäuerung stellten sich die reinen Konservierungskosten pro Hektar auf:

Silierungskosten		Trocknungskosten	
je 100 kg Kartoffeln RM.	pro ha bei einem Stärkewertertr. von 4399 kg RM.	je 100 kg Kartoffeln RM.	pro ha bei einem Stärkewertertr. von 4469 kg RM.
0,50	99,86	1,00	199,76
0,60	120,09	1,20	239,99
0,70	139,89	1,40	279,76

Die Einsäuerung der Kartoffeln kann erheblich billiger als die Trocknung in jedem landwirtschaftlichen Betriebe durchgeführt werden, so daß die höheren Nährstoffverluste um ein Vielfaches wieder aufgehoben wurden. Wieweit die Nährstoffverluste in der breiten landwirtschaftlichen Praxis herabgesetzt werden können, ist nicht ohne weiteres festzustellen. Die Kartoffeltrocknung hat ihre Bedeutung für den Futterausgleich der einzelnen Wirtschaftsgebiete und für landwirtschaftliche Betriebe ohne ausgedehnte Mastwirtschaft und ohne Siloraum.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. G. Frölich, möchte ich für die mannigfachen Anregungen und für die weitgehende Förderung der Arbeit meinen verbindlichsten Dank aussprechen.

Ferner danke ich Herrn Dr. Löwe und Herrn Dr. Haring für die wertvollen Anleitungen bei der Durchführung der Versuche und das rege Interesse bei der Abfassung der Arbeit. Ebenso gilt mein Dank Herrn Dr. Funk für die liebenswürdigen Ratschläge bei der Ausführung der Analysen.

Literaturverzeichnis.

1. Baeßler: Deutsche landwirtschaftl. Presse, 32. Jahrgang, 1905.
2. Baumert u. Bode: Zeitschrift für angewandte Chemie. S. 1074, 1900.
3. Bollmann: Untersuchungen über die Verdaulichkeit der Nährstoffe von rohen, gedämpften und gedämpft eingesäuerten Kartoffeln am Schwein, am Hammel, an der Milchkuh und am Mastochsen. Diss. Königsberg. Zeitschrift für Züchtung 24, 1932.
4. Ertel: Über die Veränderung der chemischen Zusammensetzung der Kartoffelknolle während der Lagerung, unter besonderer Berücksichtigung von Düngung, Sorte, Temperatur. Landw. Jahrbücher 75, 1932.
5. Fingerling: Der Nährwert von Kartoffelflocken und Kartoffelschnitzeln. Die Landwirtschaftlichen Versuchsstationen, Bd. 114, H. 1 u. 2, 1932.
6. Flegel: Futterwert und Nährstoffverluste von Kartoffeln in verschiedenen Verwendungsformen. Diss. Königsberg. Zeitschrift für Züchtung 22, 1931.
7. v. Freilitzen: Über die Verluste der Kartoffeln beim Aufbewahren. Dtsch. landw. Presse, 32. Jahrg., 1905.
8. Frölich u. Haring: Trockenhackfruchtmast im Vergleich mit Getreideschnellmast. Zeitschrift für Schweinezucht, Schweinemast u. Schweinehaltung. Jahrg. 44, Nr. 11, 1937.
9. Frölich u. Lüthge: Versuche mit wirtschaftseigenen Erzeugnissen des Hackfruchtbaues (Kartoffeln, Zucker- und Futterrüben) in der Schweinemast. Kühn-Archiv Bd. 34, 1933.
10. — — Versuche über die zweckmäßigste Form der Roggen-Kartoffel-Mast bei Schweinen. Kühn-Archiv Bd. 31, H. 1, 1931.
11. — — Versuche über die zweckmäßigste Form der Roggen-Kartoffel-Mast bei Schweinen. Ldw. Wochenschrift f. d. Prov. Sachsen, H. 41.
12. — — Versuche zur Feststellung zweckmäßiger Methoden der Wirtschaftsmast der Schweine. Kühn-Archiv Bd. 31, H. 5 und Zeitschr. f. Schweinezucht Nr. 49.
13. — — Fütterungsversuche zur Erzielung einer rentablen Schweinehaltung durch Wirtschaftsmast. Kühn-Archiv Bd. 34, H. 1, 1932.
14. — — Schweinemast mit getrockneten Zuckerrüben und Kartoffelflocken. Zeitschr. f. Schweinez. 40 Jahrg., Nr. 33, 1933.
15. Götze: Das deutsche Kartoffeltrocknungsgewerbe. Diss. Berlin 1934.
16. Greisenegger u. Neudecker: Form- und Gewichtsveränderungen von Kartoffelknollen während der Lagerung. Fortschritte der Landw., 4. Jahrg., 1929.
17. Hammer: Die Trocknung von Rübenblättern. H. 72 der RKTL.-Schriften. Berlin 1936.
18. Honcamp: Landwirtschaftliche Fütterungslehre und Futtermittelkunde. Stuttgart 1921.
19. —, Sachsse, Reinmuth u. Schulz: Chemische Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Fischmehle. Landwirtschaftl. Versuchsstationen Bd. 115, H. 3—6, 1933.
20. Kellner: Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere. 10. Aufl. Berlin 1924,
21. Kirsch u. Jantzon: Quantitative Untersuchungen über die Nährstoffverluste bei der Lagerung von Kartoffeln und Rüben in Miete und Keller. Tierernährung Bd. 4, 1932.
22. Müller: Haferersatz durch frische Kartoffelschlempe bei der Fütterung von Arbeitspferden. Diss. Breslau 1930.
23. — Über den Einfluß der Konservierungsmethoden auf die Verdaulichkeit der Kartoffeln sowie neue Ermittlungen über den Nährwert einiger Mahlabfälle. Diss. Göttingen 1924.
24. Müller-Thurgau: Ein Beitrag zur Erklärung der Ruhepausen der Pflanzen. Landw. Jahrbücher Bd. 14, 1885.
25. — Über Zuckeranhäufung in Pflanzenteilen infolge niederer Temperaturen. Ein Beitrag zur Kenntnis des Stoffwechsels der Pflanzen. Landw. Jahrbücher Bd. 11, 1882.
26. Opitz: Handbuch der Landwirtschaft, 3. Bd. Berlin 1930.
27. Parow: Handbuch der Stärkefabrikation. 2. Aufl., S. 121, Berlin 1928.
28. Queißer: Die Verdaulichkeit von Hackfrüchten unter besonderer Berücksichtigung der Zuckerrüben und der daraus anfallenden Futterstoffe bei Verabreichung an Schweine. Diss. Halle 1933.
29. Remy u. Reintjes: Rohe Kartoffeln als Rindviehfutter. Deutsche Landw. Presse Jahrg. 56, Nr. 47, 1929.

30. Richter u. Brüggemann: Der Eiweißbedarf bei der Kartoffelmast der Schweine. Zeitschr. f. Schweinezucht, Schweinemast u. Schweinehaltung, Jahrg. 41, Nr. 19, 1934.
31. — — Die Mast schwerer Schweine mit Sauerkartoffeln und Kartoffelflocken nach verschiedenartiger Vorbereitungsfütterung. Zeitschr. f. Schweinezucht pp., Jahrg. 91, Nr. 28, 1934.
32. Saare: Die Fabrikation der Kartoffelstärke. Berlin 1897.
33. Sasse-Hillebrandt: Die betriebs- und ernährungswirtschaftliche Stellung des Kartoffelbaues und die Verwertung der Kartoffelernten. Diss. Halle 1937 (erscheint im Kühn-Archiv).
34. Stahl: Schweinefütterung ohne Getreideschrot. Mitteilg. f. d. Landw., Jahrg. 52, H. 42, 1932.
35. Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich von 1936. Herausgegeben vom Statistischen Reichsamt.
36. v. Sybel: Die Erhaltung von Grünfuttereiweiß mit Hilfe künstlicher Trocknung. H. 76 der RKTL.-Schriften. Berlin 1937.
37. Vageler: Über den Einfluß der Vegetationsperiode und der Düngung auf die chemischen Bestandteile der Kartoffelknollen. Diss. Berlin 1904.
38. Völtz: Die Verwertung der Kartoffelschlempe durch die landwirtschaftlichen Nutztiere. Sonderdruck aus dem Jahrbuch des Vereins der Spiritus-Fabrikanten in Deutschland. Bd. 13, 1913.
39. — W., Dietrich, W., Deutschland, A., Muhr, M., u. Baumann, A.: Die Verwertung der Kartoffeln in ihren verschiedenen Verwendungsformen [rohe und gedämpfte Kartoffeln; eingesäuerte rohe und gedämpfte Kartoffeln und Trockenkartoffeln (Flocken und Schnitzel)] durch das Schwein und den Wiederkäuer. Landw. Jahrbücher 1917.
40. Völtz, W., u. Jantzon, H.: Die Konservierung der Kartoffeln durch wilde Säuerung und durch Reinzuchtsäuerung. Landw. Jahrbücher Bd. 48, 1915.
41. Wollny: Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik. 14. Bd., 1891.

Lebenslauf.

Am 6. Juni 1910 wurde ich als ältester Sohn des Erbhofbauern Erich Possiel in Neindorf, Krs. Gifhorn (Provinz Hannover) geboren. Nach dem Besuch der Volksschule kam ich auf die Höhere Landwirtschaftliche Schule Marienberg zu Helmstedt, die ich nach bestandener Abschlußprüfung verließ. 1927 war ich auf ein Jahr als landwirtschaftlicher Lehrling im väterlichen Betriebe tätig. Von 1928 bis 1931 besuchte ich die Oberrealschule zu Helmstedt. Ostern 1931 bestand ich die Reifeprüfung und wurde als Studierender der Landwirtschaft an der Universität in Göttingen immatrikuliert. Nach einjähriger landwirtschaftlicher Praxis in Schleswig-Holstein setzte ich 1934 mein Studium in Göttingen fort. 1935 bestand ich die Diplomprüfung und ging nach Halle a. d. Saale. In Halle war ich im Haustiergarten des Tierzuchtinstituts der Universität und auf dem Tierzucht-Versuchsgut Domäne Lettin als Volontärassistent tätig. Im Herbst 1937 bestand ich die Tierzuchtbeamtenprüfung.